

PROTEÇÃO FÍSICA E ASSISTÊNCIA ATIVA NAS QUEDAS, ATRAVÉS DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS EMBEBIDAS EM PRODUTOS VESTÍVEIS PARA A POPULAÇÃO SÉNIOR

Miguel Machado de Sá Abreu Terroso
Mestre em Design Industrial pela Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto.

Tese submetida para satisfação parcial dos requisitos de grau de Doutor em Engenharia Industrial e Gestão.

Tese realizada sob a supervisão de Professor Doutor António Torres Marques do Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e pelo Professor Doutor Ricardo Simões do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave.

Novembro de 2014

PRDEIG – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

RESUMO

A inversão da pirâmide demográfica é um fenómeno corrente em grande parte das sociedades contemporâneas, caracterizado pelo aumento da esperança média de vida e pela diminuição das taxas de natalidade. As quedas na população sénior são um dos principais fatores de risco de incapacidade, fratura, ferimentos, lesões, ou até mesmo de morte. Vários estudos demonstram que as consequências das quedas na população sénior podem ser minimizadas através de sistemas de proteção e da diminuição do tempo de resposta de ajuda no caso de ocorrerem lesões.

O Co-Design pode ter um papel vital na melhoria da segurança e desempenho dos seniores que caem, através da prática de uma atividade que projeta para as pessoas e com as pessoas. Focado num design mais inclusivo e participativo, pode ser uma poderosa ferramenta no desenvolvimento de produtos, sistemas ou serviços, destinados à população em risco de cair. A estrutura de investigação efetuada é constituída por três partes de desenvolvimento. A primeira parte pretende identificar, classificar e quantificar, o problema das quedas na população sénior, através da avaliação do impacto físico, económico e social neste grupo da população. A segunda parte consiste na identificação de problema e extração de necessidades de seniores em risco de cair, na identificação dos principais interessados, validar que a necessidade é apropriada e verificar que ainda não existe solução. Na terceira parte, foi desenvolvido como caso de estudo a hipótese de solução de um sistema de produtos vestíveis para diminuir a força de impacto em caso de queda, através da proteção de zonas osteoarticulares críticas, e um sistema ambulatório de monitorização sem fios, não invasivo, para deteção de eventos de queda e respetiva localização geográfica.

Os resultados da solução aqui proposta passam por diminuir o risco de fraturas ósseas ou articulares, na população sénior que cai. Passam também por melhorar a assistência ativa e a monitorização de fatores físicos e ambientais, capazes de alertar os prestadores de cuidados em caso de queda. De forma mais subjetiva e qualitativa, o projeto pretende contribuir para o aumento dos níveis de autonomia e qualidade de vida dos seniores, assim como, potenciar um processo de envelhecimento mais ativo.

Palavras-chave

Consequências físicas, sociais e económicas das quedas; fatores de risco; protecção física; assistência ativa; detecção de quedas; wearables; envelhecimento ativo.

ABSTRACT

The inversion of the demographic pyramid is a common phenomenon in most contemporary societies, characterized by increasing life expectancy and decreasing birth rates. Falls in the senior population is one of the main risk factors of disability, fractures, wounds, injuries, or even death. Several studies have shown that the consequences of falls in the senior population can be minimized through protection and faster response time in case of occurring injuries.

The Co-Design can play a vital role in improving the safety and performance of seniors who fall through the practice of an activity that design for people and with people. Focused on a more inclusive and participatory, design can be a powerful tool in the development of products, systems or services for the population at risk of falling. The structure of research is conducted in three parts of development. The first part aims to identify, classify and quantify the problem of falls in the senior population by assessing the physical, economic and social impact of this population group. The second part consists of problem identification and needs extraction of seniors at risk of falling, the identification of key stakeholders, validate that the need is appropriate and verify that there are no solutions already available. In the third part, it has been developed as a case study, the hypothesis of a solution of a system of wearable products to reduce the impact force during a fall, by protecting critical areas and osteoarticular areas and an ambulatory monitoring system, wireless and non-invasive, for fall detection and its geographical location.

The results of the solution proposed here aims to reduce the risk of bone or articular fractures and injuries when a fall occurs. It aims also to improve the active assistance, capable of alerting caregivers if a fall occurs. In a more subjective and qualitative way, the project aims to contribute to the increasing levels of autonomy and quality of life of seniors, as well as foster a process of more active aging.

Keywords

Physical, social and economic consequences of falls; risk factors; physical protection; active assistance; fall detection; wearables; active ageing.

AGRADECIMENTOS

Estes agradecimentos referem-se a todas as pessoas que contribuíram, ou ajudaram a que este trabalho fosse realizado, e devem-se sobretudo a várias instituições do sistema técnico científico, assim como diversas empresas que contribuíram para juntar esta equipa. Agradeço aos Professores Doutores António Torres Marques da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Ricardo Simões do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave pela orientação assertiva ao longo de todo o trabalho. Ao Professor Doutor Joaquim Gabriel Mendes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pela disponibilidade em integrar este projeto e pela orientação prestada no desenvolvimento de toda a componente eletrónica e de programação do sistema de deteção de quedas. Ao Doutor Filipe Chaves do Laboratório de Adesivos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pela disponibilidade e acompanhamento do uso da prensa de pratos aquecidos durante a realização de protótipos para teste das costuras termo-coladas.

Ao Engenheiro Rui Neto e ao Sr. Sertório Lares do Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI) pelo contributo no desenvolvimento do acabamento em silicone para o material de protecção ao impacto.

Ao Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário (CITEVE) em especial ao Engenheiro Fernando Merino pela ajuda na elaboração inicial do planeamento deste projecto. Ao Dr. Paulo Cadeia pela ajuda na procura de parceiros que o tornassem possível. À Engenheira Graça Bonifácio pelo apoio técnico na escolha de materiais e processos de fabrico têxteis. À Sra. D. Conceição Novais pelo contributo técnico na confecção de protótipos da plataforma.

À empresa Fernando Valente & C^a S.A. e aos seus representantes Nuno e Fernanda Valente pela ajuda inestimável no fornecimento de malhas, microfibras e malhas 3D necessárias à realização dos protótipos da plataforma e dos pads de protecção.

Ao Instituto Politécnico do Cávado e do Ave sobretudo aos alunos do curso de licenciatura em Design Industrial: João Soares, David Pereira, André Ribeiro, Ana Costa, André Lima, João Oliveira e avós, Marco Carvalho, Rui Loureiro, Rafael Ferreira, Joana Silva, David Amorim, Eva Gonçalves, Gintare Hermanaviciute, Flávia Peixoto, Lúcia Rodrigues e avó, Ângela Macedo, Francisco Neco e avó, Thomas Magalhães, Bruno Vieira, Telmo Oliveira, Sara Ribeiro. Emanuel Cardoso, Tiago Novais e avó, Rui Urjais, pela motivação e empenho que demonstraram durante as sessões de brainstorming e na construção dos protótipos preliminares da plataforma e dos pads de protecção.

Ao projecto Power Textiles XXI High-Tech Textiles em especial aos bolséis: Mestre Natacha Rosa pelo contributo na realização de questionários a seniores e no tratamento

estatístico dos resultados. Ao Mestre Ricardo Freitas pela dedicação no desenvolvimento de toda a componente eletrónica e de programação do sistema de detecção de quedas. Ao Mestre Marco Marques pelo contributo no desenvolvimento do material de protecção ao impacto e nos ensaios de caracterização mecânica.

À Provedora da Santa Casa da Misericórdia de VN Famalicão Dra. Maria Helena Lacerda por ter agilizado o processo de autorização para podermos inquirir os residentes seniores dos lares Jorge Reis e S. João de Deus. Agradeço o apoio técnico da Dra. Maria Helena Moreira directora do Lar Jorge Reis e da Dra. Sónia Leite directora do Lar S. João de Deus. A todos os residentes que responderam ao inquérito, aos seus familiares e prestadores de cuidados.

Às empresas:

Ideia.M pelo profissionalismo demonstrado na qualidade das impressões 3D que fizeram para os diferentes protótipos do sensor de detecção de quedas.

Portlaser pela disponibilidade demonstrada no uso das suas máquinas de corte laser para a construção dos protótipos da plataforma e dos pads de protecção.

Unispin pela execução dos moldes, graduações e planos de corte para a confecção da plataforma.

Ao programa COMPETE do QREN pelo apoio financeiro que suportou parte deste projeto e que tornou viável o seu desenvolvimento.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia e ao Instituto Politécnico do Cávado e do Ave pela candidatura conjunta à bolsa PROTEC SFRH/PROTEC/67465/2010.

Agradecimento especial ao Mestre Cláudio Ferreira do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave pela preciosa ajuda na paginação deste trabalho.

A todos os seniores que participaram, ao meu pai e à minha mãe por terem servido de utilizadores, à minha mulher que serviu de modelo de teste ao longo de todo o desenvolvimento.

Apoios



Parceiros



ÍNDICE

3	Resumo
5	Abstract
7	Agradecimentos
11	Índice
15	Introdução
15	Motivação
18	O envelhecimento da população global: epidemiologia e economia
20	Problemas, consequências e oportunidades da alteração demográfica
23	Principais objetivos
24	Breve descrição do projeto
	Parte I. Definição e caracterização do problema: As quedas na população sênior: consequências físicas, económicas e sociais
29	1. Envelhecimento da população
30	1.1 As quedas na população idosa
30	1.2 Definições e tipos de quedas
31	1.3 O propósito desta análise
31	2. Método de pesquisa
33	3. Resultados da pesquisa
33	3.1 Distribuição e incidência geográfica da pesquisa
34	3.2 Características anatómicas e fisiológicas do envelhecimento
38	3.3 Estudos de caracterização das quedas na população idosa
39	4. O impacto físico das quedas para a população idosa
41	4.1 Patologias do envelhecimento que potenciam as quedas
44	4.2 Causas e factores de risco das quedas
50	4.3 Consequências físicas das quedas
53	4.4 Efeitos fisiológicos das quedas
56	4.5 Prevenção, minimização e reabilitação das quedas
60	5. O impacto económico das quedas
60	5.1 Consequências económicas das quedas para os sistemas de saúde
63	6. O impacto social das quedas para a população idosa
63	6.1 Consequências sociais das quedas para a população idosa
65	6.2 Indicadores epidemiológicos: mortalidade, quedas, morbilidade e incapacidade funcional

Parte II. Transformação do problema em necessidades. Soluções existentes para a necessidade, validar a sua pertinência e os principais interessados.

73	7. Identificação de problemas e extração das necessidades dos seniores em risco de cair
73	7.1 Elaboração de um inquérito aos utilizadores sobre o historial de quedas
75	7.2 Tratamento dos dados do inquérito A: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades
75	7.2.1 Informação Geral
78	7.2.2 Historial médico dos inquiridos
79	7.2.3 Circunstâncias sociais dos inquiridos
79	7.2.4 Atividade física
81	7.2.5 Historial de quedas
88	7.2.6 Impacto económico das quedas
90	7.2.7 Informação relativa ao uso de roupa interior (underwear)
94	7.2.8 Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação
95	7.3 Tratamento dos dados do inquérito B: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades
96	7.3.1 Informação geral
98	7.3.2 Historial de quedas em pacientes e familiares
101	7.3.3 Impacto económico das quedas
103	7.4 Resumo das necessidades extraídas dos inquéritos A e B
106	8. Identificação dos interessados na necessidade - Stakeholders
106	8.1 Análise do processo de acontecimentos/consequências em caso de queda
111	8.2 Análise do fluxo financeiro em caso de queda
113	8.3 Identificar e caracterizar os principais interessados na necessidade
117	8.4 Estabelecer o perfil dos utilizadores
120	9. Validar se o âmbito da necessidade é apropriado: Validar e confirmar que ainda não existe solução para a necessidade.
120	9.1 Atribuição da necessidade a outros grupos, tipos de população e atividades
122	9.2 Soluções para a prevenção e minimização dos efeitos das quedas
128	9.3 Patentes de sistemas para proteção física e assistência ativa
137	9.4 Tecnologias de prevenção e deteção de quedas
138	9.5 Tecnologias de localização e rastreamento
138	9.6 Tecnologias de saúde e bem estar
139	9.7 Tecnologias de monitorização portáteis

Parte III. Proteção física e assistência ativa em sistemas de plataformas tecnológicas embebidas em produtos vestíveis.

143	10. Definição dos requisitos para produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa
143	10.1 Introdução, trabalhos relacionados, objetivos e método utilizado
145	10.2 Análise métodos para identificação de requisitos
149	10.3 Modelo proposto para definição dos requisitos em produtos vestíveis
152	10.3.1 Transformação das necessidades em requisitos
154	10.3.2 Identificação do fator de influência
156	10.3.3 Quantificação e métricas de cada requisito, relação tecnologia/custo
157	10.3.4 Realização de um questionário para obtenção da classificação dos requisitos

159	10.3.5 Tratamento dos dados obtendo a classificação dos requisitos
159	10.4 Documento com a identificação, quantificação e classificação dos requisitos
166	11. Desenvolvimento da linha de proteção osteoarticular e de assistência ativa
167	11.1 Conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física
168	11.1.1 Construção de um protótipo inicial para testes preliminares
169	11.1.2 Teste de usabilidade preliminar do protótipo inicial com utilizadores reais
173	11.1.3 Brainstorming para identificação de conceitos de proteção física
178	11.1.4 Protótipos preliminares dos conceitos mais promissores
182	11.1.5 Escolha do conceito mais promissor
183	11.1.6 Desenvolvimento do modelo para a plataforma final
186	11.1.7 Construção do protótipo da plataforma final
192	11.2 Conceção e desenvolvimento dos pads de proteção
193	11.2.1 Metodologia de desenvolvimento bio-inspirada
194	11.2.2 Identificação de áreas para a colocação de proteções osteoarticulares
195	11.2.3 Identificação e análise das articulações
195	11.2.4 Delimitar as zonas a proteger
196	11.2.5 Planificação das zonas de delimitação
198	11.2.6 Aplicação do padometro num modelo anatómico do cotovelo
199	11.2.7 Dimensionamento dos planos sobre o padometro
200	11.2.8 Correções dos planos e validação com utilizadores reais
203	11.2.9 Desenhos CAD e modelação 3D dos pads
210	11.3 Desenvolvimento da malha 3D e aplicação dos pads na plataforma
210	11.3.1 Malha 3D embebida com o termo-endurecível silicone
211	11.3.2 Costuras coladas aplicadas na malha de microfibras
213	11.3.3 Processo para aplicação dos pads de proteção na plataforma
215	11.3.4 Aplicação experimental do processo para o pad do cotovelo
218	11.4 Conceção e desenvolvimento do sensor de deteção de quedas
219	11.4.1 Metodologia de desenvolvimento inspirada em elementos tradicionais
220	11.4.2 Desenvolvimento formal do conceito inicial para a colocação do sensor
224	11.4.3 Modelo tridimensional do conceito inicial do sensor – 1ª versão
224	11.4.4 Protótipos preliminares do conceito para colocação do sensor
230	11.4.5 Desenvolvimento formal e funcional do conceito do sensor – 2ª versão
233	11.4.6 Protótipos para validação formal e dimensional
236	11.4.7 Modelação CAD 3D do sensor e da placa de circuitos impressos
241	11.4.8 Realização de protótipos funcionais
247	Conclusão
253	Trabalho futuro
257	Referências bibliográficas
272	Anexo A
276	Anexo B
278	Anexo C
282	Anexo D

INTRODUÇÃO

Motivação

A motivação para realizar esta tese surgiu no seguimento do trabalho de investigação com o tema “Melhoria da qualidade de vida das pessoas com incapacidade através do design industrial”, realizado no âmbito do Mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e onde o objetivo inicial consistia em perceber qual o papel do design industrial, na conceção de produtos e serviços para a melhoria da qualidade de vida da população com incapacidade (pessoas com necessidades especiais, pessoas com deficiência, população idosa) (Terroso, 2009). Foi com o decorrer desse trabalho que no final concluímos que as questões que combinam o design e a diversidade da população não podem ser consideradas em grupos isolados de população, mas sim, questões que nos dizem respeito a todos. Questões que são mais abrangentes que a própria esfera do Design Industrial e que pertencem ao campo do Design Universal.

O design ajuda as empresas (parte fundamental na inovação, produção e comercialização de bens transacionáveis) a irem ao encontro das necessidades dos consumidores e utilizadores, assim como no aumento da usabilidade por forma a que esses bens sejam mais amigos do utilizador. Os produtos, sistemas de produtos, ou serviços que são mais seguros e amigos dos utilizadores, são benéficos para todos, mas beneficiam em especial aqueles grupos que são mais atípicos, como é o caso das pessoas com deficiência, idosos, crianças, ou pessoas provenientes de minorias culturais ou linguísticas (Commission of the European Communities, 2009). O aumento significativo do design como ferramenta de inovação sustentável (inovação que tem a sociedade, o ambiente e a economia em consideração), teve durante os anos 60 por parte dos designers uma atenção que punha no design maiores implicações para com a sociedade (green design; design responsável; consumismo ético), tornando a acessibilidade e inclusividade na esfera dessa atenção (Commission of the European Communities, 2009).

Durante as duas últimas décadas, o design e os modelos de negócio foram alvo de uma visão com conotação mais estratégica, assim como de um design como atividade de inovação centrada no utilizador. Novas designações ligadas aos design apareceram (strategic

design; design management; concept design; design thinking). Estes campos de ação do design, ainda hoje, continuam em constante mutação, em paralelo com as alterações da sociedade atual, transformações derivadas da globalização de mercados, das culturas e das sociedades, e a uma escala planetária.

Hoje, estas transformações são notáveis e raramente permitem ter tempo para recuperar o fôlego. Praticamente não há tempo de assimilação e de experimentação, o que provoca um aumento dos níveis de ansiedade e desorientação, nos indivíduos que estão sujeitos a constantes alterações num período de tempo reduzido (Fuad-Luke, 2009). Mais uma vez, o design reagiu às alterações que a sociedade lhe apresentava, através de contramovimentos à velocidade em que o mundo está imbuído (participatory design; metadesign: social design, slow design).

O termo que abrange todos estes movimentos encorajando uma ação mais participativa é designado de “co-design”, ou seja, “design com outros”. A principal premissa do termo “co-design” assenta no compromisso da inclusão (Fuad-Luke, 2009) e encontra-se no centro de um processo de design mais democrático. Tem encontrado espaço no mercado empresarial, em atividades sem fins lucrativos, ou organizações não governamentais.

Os movimentos de um design focado na diversidade humana, inclusão social e igualdade, levam-nos para um design mais responsável socialmente (design universal; design inclusivo; design for-all). Estes movimentos apresentam algumas diferenças nos seus modelos, mas têm em comum o interesse e ênfase aplicados aos aspectos sociais do design, na remoção de barreiras, ao acesso a produtos, serviços ou ambientes, para população com necessidades especiais, ou incapacidades. O envelhecimento da população, a meu ver, põe no topo da agenda do design estas temáticas.

Parece ser indiscutível, de acordo com vários dados demográficos, que a sociedade atual e futura seja mais velha, mais variada e mais difícil de reunir sob um consenso comum (Herwing, 2008). Esta possibilidade real do contínuo envelhecimento da população mundial pode vir a tornar-se num problema com repercussões no estado social, sendo crítico o aparecimento de novas normas mais simplificadas, mais claras e mais úteis. A sociedade contemporânea, necessita e suporta um novo conhecimento e posicionamento do design perante essa nova realidade.

A deficiência, incapacidade e o envelhecimento têm sido ao longo do tempo áreas com transformações bastante dinâmicas. Têm mostrado capacidade de adaptação aos períodos de transição que vão acontecendo na sociedade mundial. Movemo-nos de uma visão acerca da incapacidade e do envelhecimento, para uma nova visão. O antigo modelo focava-se somente a um nível individual e do corpo. O novo modelo, é universal, integrador e expansivo (Helal et al., 2008). Este modelo, integra a participação dos utilizadores e todos os intervenientes no processo de desenvolvimento.

O envelhecimento da população e incapacidades consequentes, já se começam a reflectir na qualidade de vida da sociedade contemporânea. A população idosa está a perder a sua independência e bem estar. O crescimento deste grupo de população é tão acentuado, que se torna impossível às entidades governamentais, ou de ação social, por si só fazerem frente a este problema.

O envelhecimento é definido como a deterioração sequencial própria dos seres vivos, e inclui a debilidade, maior susceptibilidade a doenças e condições ambientais adversas, perda de mobilidade, agilidade e alterações físicas relacionadas com o aumento da idade (Goldsmith, 2008).

O conceito de envelhecer, mas não ser velho, está no centro de um novo paradigma, que se relaciona com a alteração demográfica que ocorre nas sociedades desenvolvidas, e em vias de desenvolvimento. Apresenta-se como uma tendência repleta de problemas

e oportunidades para as próximas décadas e gerações. O envelhecimento e a saúde serão áreas de discussão. Devido ao aumento substancial da população com mais de 65 anos e à consequente diminuição da população de trabalho ativa, os sistemas de segurança social e de prestação de cuidados de saúde, deparam-se com problemas complexos de sobrevivência. No setor da saúde já se fazem sentir algumas modificações de resposta a esses problemas, através da aplicação de conceitos como “prevenção antes da cura” e “reabilitação antes do atendimento” (Wichert e Norgall, 2009). Estes conceitos acarretam a necessidade de suporte profissional que proporcione a sua aplicabilidade, como serviços de monitorização, fora dos tradicionais ambientes de prestação de cuidados de saúde.

A designação anglo-saxónica “Ambient Assisted Living”, que em português se traduz em assistência à autonomia no domicílio, refere-se à atual investigação e desenvolvimento de conceitos, produtos e serviços, que com o auxílio de tecnologias de informação, permitem às pessoas com necessidades especiais viverem com independência nos seus ambientes familiares durante mais tempo. Este conceito vai ao encontro do sempre presente desejo da população idosa, em viver no seu ambiente familiar durante o maior período de tempo, mesmo no caso de ser necessário ajuda, ou tratamento. De forma a que este desígnio seja alcançado, hoje, as diferentes soluções técnicas incorporam sistemas de informação pessoal, assim como sistemas de monitorização e sensorização, que são baseados na integração de informação e serviços de saúde para cada pessoa (Wichert e Norgall, 2009).

Uma das formas de concretizar essa reabilitação e prevenção, em diferentes ambientes é através da utilização de tecnologias de informação, monitorização e sensorização, que já se encontram num estado de desenvolvimento bastante avançado, permitindo a sua apropriação para outros setores e funções, fora do ambiente para a qual foram inicialmente direcionadas e desenvolvidas. Um desses campos tecnológicos que tem evoluído muito nos últimos tempos é o da tecnologia “wireless” (Morris et al., 2009). Este tipo de tecnologias apresentam hoje, uma grande tendência para a ubiquidade nos países industrializados. Os atuais idosos e adultos estão já familiarizados com o uso deste tipo de tecnologias no seu dia a dia, embebidos em produtos ou dispositivos massificados (smartphones, dispositivos de localização geográfica, computadores pessoais, etc.) o que leva a prever que as futuras gerações de idosos, terão habilidades, comportamentos, expectativas e recursos disponíveis, que potenciem ainda mais o uso destas tecnologias em outras áreas, como no caso dos cuidados preventivos e de reabilitação da sua saúde.

Contudo, o conceito “Ambient Assisted Living” enfrenta alguns obstáculos. O processo de envelhecimento é bastante individual e heterogéneo, refletindo-se numa grande variedade de necessidades individuais, estilos de vida e doenças. Desta forma, algumas das soluções que podem ser incorporadas neste conceito são de difícil aplicabilidade e muitas vezes financeiramente inviáveis. Assim sendo, para que essas soluções possam ser acessíveis a toda a população, devem ser modulares, prorrogáveis e com uma relação de custo-eficiência, ajustadas às mudanças pessoais constantes (Wichert e Norgall, 2009). É importante a noção de que, não existe uma solução única e universal que seja capaz de servir todas as pessoas, independentemente das suas capacidades. Contudo, a solução pode passar pela modularidade dos sistemas, dos produtos, ou dos equipamentos, e uma das formas de o conseguir, poderá ser através da utilização de plataformas de produtos (Pullin, 2009). Outro conceito transversal, ao problema do envelhecimento e aos recursos disponíveis, para o apoio a este tipo de população, no que se refere à prestação de cuidados de saúde, é o conceito designado de “Pervasive Health Management Systems”, um conceito que pretende difundir, penetrar e até universalizar alguns dos sistemas próprios desses cuidados (Augusto et al., 2006). Prevê-se que a curto e médio prazo, boa parte dos cuidados de saúde não se pratiquem em ambientes institucionais. Esses cuidados tendem a penetrar e difundirem-

-se em outros tipos de ambientes, mais amigáveis dos idosos. Para este tipo de população o ambiente em si, pode ser uma experiência intimidadora. As doenças que aparecem nos hospitais são cada vez mais difíceis de controlar e representam um risco potencial, para as pessoas que estejam num estado de saúde mais debilitado. Este factor, aliado às implicações financeiras de longos períodos de internamento nessas instituições, sugere que os tratamentos de carácter preventivo, ou de reabilitação, em diversos ambientes da vida quotidiana, podem ser alternativas atrativas.

Contudo, a idade não é necessariamente uma limitação para um número de produtos usáveis. Alguns estudos demonstram a falácia que está inerente ao mito de que as pessoas idosas evitam novas tecnologias (Fisk et al., 2004). Acrescentam também que sempre que é necessário o uso de alguma tecnologia, os idosos demonstram uma tendência em querer usá-la. Contudo, os benefícios dessa opção devem ser claros, já que muitos produtos se autodenominam de “amigos do utilizador”, e no seu uso diário demonstram grandes debilidades e problemas de usabilidade (Fisk et al., 2004). Apesar da idade não ser uma limitação ao número de produtos usáveis, sabemos que com o seu aumento, as dificuldades provenientes de incapacidades próprias do processo de envelhecimento podem colocar problemas aos utilizadores. Em suma, a idade pode agravar os problemas de usabilidade dos produtos e as consequências que daí advêm (por exemplo: as quedas podem ser um inconveniente para um jovem ou adulto, mas para um indivíduo idoso, podem resultar num fenómeno de incapacidade e tratamento para o resto da vida).

É necessário considerar no desenvolvimento de produtos, ambientes, sistemas, ou serviços, os fatores humanos inerentes ao envelhecimento, tais como: fatores sensoriais de perceção, cognição e controlo de movimentos. Uma das principais causas de incapacidade na terceira-idade é propensão para quedas e instabilidade corporal, derivado a alterações na sensibilidade cinestésica.

Esta nova “revolução da idade” coloca uma série de novas oportunidades, ao design e aos designers, perante o universo material. O universo material, onde se pressupõem que o design e designers tenham um papel ativo e socialmente responsável no projeto de produtos, sistemas, ou serviços, que satisfaçam as necessidades humanas deste grupo de população. Este novo foco no envelhecimento da população está a reformular as perceções tradicionais, de para quem é, que o universo material dos objetos, equipamentos, ou dispositivos, deve ser projetado e qual o potencial do design nos desafios que essas reformulações acarretam.

O envelhecimento da população mundial, assim como o seu aumento progressivo nas últimas décadas, tem sido alvo de atenção por parte de diferentes esferas da sociedade actual (comunidades científicas, meios de comunicação social, organizações não governamentais e governamentais, associações de ação social e sociedade civil). A contribuição do design para a melhoria da qualidade de vida das pessoas com necessidades especiais (população sénior), tem também passado pelos interesses de muitos designers, ou empresas de desenvolvimento de produto, que têm dirigido o seu trabalho em produtos, sistemas de produtos, ou serviços, destinados a abranger um maior número de utilizadores, entre eles as pessoas com mais de 65 anos.

O envelhecimento da população global: epidemiologia e economia

Prevê-se um crescimento da população global, de 6.9 biliões de pessoas para 8.1 biliões em 2025 (Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, 2008). O crescimento não se remeterá somente ao número de

peessoas, mas também, ao número de pessoas idosas, seremos mais e mais velhos. A proporção de pessoas idosas no mundo inteiro duplicará durante os próximos 50 anos. Em 2025 mais de 20% da população da União Europeia, dos Estados Unidos da América, Rússia e China, terá mais de 60 anos de idade (Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, 2008).

O mundo está a envelhecer rapidamente e as previsões apontam para um aumento das pessoas com mais de 60 anos, de 11% em 2006, para 22% em 2050 da população global. Se esta tendência se confirmar, pela primeira vez na história da humanidade, a população global terá mais pessoas idosas do que crianças (até aos 14 anos). Este fenómeno tem uma maior incidência nos países desenvolvidos, ou industrializados, e os últimos dados demonstram indícios que o envelhecimento da população se está a alargar aos países em vias de desenvolvimento. No ano de 2006, as regiões da Ásia, da América Latina e das Caraíbas apresentavam uma população com mais de 60 anos de cerca de 9% da sua população total, sendo a previsão para ano de 2050 de um aumento de 15%. Esta tendência representa um aumento significativo de população idosa nestas regiões – tradicionalmente associadas a elevadas taxas de natalidade – e serão nelas que viverão nas próximas décadas 80% da população idosa mundial (OMS, 2009).

Esta tendência de inversão na pirâmide etária, devido ao aumento da população idosa, é transversal ao crescimento de megacidades por todo o mundo. Nas cidades, habitam desde o ano de 2007, mais de metade da população mundial, sendo que o número de megacidades (maiores ou iguais a 10 milhões de habitantes) é atualmente 10 vezes superior. Prevê-se que a quantidade e diversidade de habitantes nas grandes cidades continue a aumentar durante as próximas décadas. Tal como na alteração demográfica, prevê-se que este aumento tenha maior incidência nas cidades das regiões em vias de desenvolvimento (OMS, 2009). Nestas regiões, a população idosa a residir em zonas urbanas poderá sofrer um aumento bastante significativo, cerca de 56 milhões em 1998, para mais de 908 milhões no ano de 2050. Se estes números se vierem a verificar, estamos a falar de um aumento de 852 milhões de pessoas idosas num espaço temporal de 52 anos, a viver em zonas urbanas das regiões em vias de desenvolvimento.

O envelhecimento da população é um fenómeno global e provavelmente derivado da própria globalização social, económica e política em que a sociedade contemporânea se encontra. É um fenómeno que se está a manifestar tanto a Ocidente, como a Oriente, em países desenvolvidos e em países em vias de desenvolvimento.

No Reino Unido um em cada três habitantes tem mais de 50 anos. Também aqui pela primeira vez na história o número de pessoas com mais de 65 anos ultrapassou o número de jovens. Segundo estatísticas do Reino Unido, uma criança que tenha nascido no ano de 2006, pode ter a expectativa de viver até ao intervalo dos 88 aos 92 anos. Outras projeções sugerem que em 2031, existirão no Reino Unido cerca de 51.000 pessoas com mais de 100 anos (Bedell e Young, 2009). O crescimento da população idosa é um dos desafios mais complexos que o Reino Unido enfrenta. Em 2005, 20.3 milhões de pessoas tinha mais de 50 anos, com uma projeção de crescimento para 2031 de cerca de 7 milhões de pessoas idosas. Em 2040, no mesmo país, o número de pessoas com mais de 65 anos terá crescido de 11.3 milhões em 2006, para 16 milhões. Esta população representava em 2006, 34% da população do Reino Unido, em 2028 representará 45% dessa mesma população. Outro dado interessante é o de 69% das pessoas entre os 65 e 74 anos, e 66% com mais de 75 anos, serem proprietárias da casa onde habitam. A população idosa é o grupo com maior poder de compra no Reino Unido (Deloitte, 2009).

A demografia nos Estados Unidos da América também se encontra a atravessar sérias mudanças na sua pirâmide etária. O número de pessoas idosas neste país (e no mundo) tem

crescido de forma absoluta e relativa. Esse crescimento deve-se sobretudo a dois fenómenos: aos avanços técnico-científicos na medicina e ao decréscimo das taxas de natalidade. O aumento demográfico nos EUA deve-se também em grande parte à chegada à terceira-idade das pessoas nascidas nas décadas de 1940 e 1950 (baby boomers) (Kane et al., 2009). Actualmente nos EUA existem mais de 84.000 pessoas com mais de 100 anos (Kane et al., 2009). O crescimento esperado nos EUA de pessoas com mais de 60 anos para os próximos 15 anos é de 108 milhões, número que representa 45% da população adulta (Alwan e Nobel, 2007), e cerca de 35% do total da população em 2008. Actualmente a esperança média de vida para as mulheres nos EUA é de cerca de 81 anos, para os homens a expectativa é de 75 anos. No ano de 2008, a percentagem de população com 15 ou menos anos era de 20% do total da população, enquanto que para a população com mais de 65 anos o valor era de 13% (Jacob, 2009).

No Japão, os indícios da alteração demográfica também são bem elucidativos. Com uma taxa de crescimento da população anual nula em 2008, com 13% da população com 15 ou menos anos, em contraste com 23% da população com mais de 65 anos, o Japão faz parte dos países, onde actualmente há mais pessoas idosas do que crianças. O Japão é o país que apresenta uma maior esperança média de vida para as mulheres e para os homens, com 86 anos e 79 respectivamente (Jacob, 2009). Esta característica da população Japonesa, em meu entender, deve-se a um fenómeno que tem que ver com o tipo de alimentação, à base de peixe e vegetais, própria da gastronomia Japonesa.

Relativamente à Alemanha, os números não divergem muito dos países já referidos. No ano de 2008, a esperança média de vida das mulheres era de 82 anos e de 77 anos para os homens. A taxa de crescimento populacional era quase nula em 2008, com um valor de 0.2%. A população com 15 ou mais anos representava 14% da população total, enquanto que a população com mais de 65 anos atingia valores na casa dos 20% (Jacob, 2009)..

Em Portugal, o cenário também não é muito divergente. As projeções efetuadas para o intervalo de tempo entre o ano 2000 e 2050, apontam para o envelhecimento continuado da população, devendo-se sobretudo ao aumento da esperança de vida e níveis de fecundidade inferior ao necessário para substituição de gerações. Portugal apresentava no ano 2000 uma população residente de cerca de 10 milhões de indivíduos, prevendo-se uma diminuição deste número, para 2050, de cerca de 1 milhão (Destaque, 2003). Em 2000, a percentagem de jovens (menos de 14 anos) e de pessoas idosas (com 65 ou mais anos), apresentavam valores muito próximos, 16% e 16.4% respectivamente (Destaque, 2003). Recentemente num artigo publicado no Jornal I, é nos apresentado o facto que a população Portuguesa está a envelhecer ao ritmo mais acelerado da União Europeia (Aguilar, 2010). O artigo baseia-se no estudo de Paula de Albuquerque e de João Lopes, intitulado de “Economic Impacts of Ageing: An Inter-industry Approach” e que será publicado no International Journal of Social Economics, acerca do impacto do envelhecimento na economia Portuguesa em 2060, e identifica que o sector que inclui equipamento médico é o que mais vai crescer, conjuntamente com o envelhecimento da população, cerca de 31% nos próximos 50 anos. Esta visão permite transformar o problema do envelhecimento numa enorme panóplia de oportunidades para novos produtos ou serviços destinados a este tipo de população.

Problemas, consequências e oportunidades da alteração demográfica

Os dados apresentados no ponto anterior são indícios de um problema que a sociedade global terá de encarar, a curto, médio e longo prazo. O envelhecimento da população

global é um problema para o qual a sociedade civil deverá estar preparada. Para isso é necessário que os principais meios de divulgação de massas, os media, acolham nas suas estratégias de comunicação a responsabilidade de informar com verdade e objectividade. A imprensa nacional tem dado algum relevo à questão do envelhecimento da população, trazendo o problema para a esfera pública na sociedade Portuguesa. Exemplo disso, são os inúmeros artigos publicados em jornais nacionais que tomam o tema, do envelhecimento acelerado da população global e nacional, como um problema de solução complexa, mas, repleto de oportunidades para novos produtos ou serviços.

José Gil alerta para a importância da introdução no debate político dos reais problemas que assolam a sociedade contemporânea, como é o caso do envelhecimento galopante, de forma a que a sociedade se mobilize na participação em torno de soluções concretas, acordando do estado anestesiado em que actualmente se encontra (Gil, 2009). O Jornal Público na edição de 7 de Março de 2010 deu destaque a dois artigos centrados no envelhecimento. Um dos artigos, de Catarina Gomes, chama a atenção, da previsão de que para o ano de 2050, as pessoas seniores viverão mais tempo com saúde e autonomia. Projeta alguns dados internacionais e nacionais, para o aumento da esperança média de vida e diminuição da natalidade, assim como, da atenção que será necessária dar à questão da sustentabilidade da segurança social, e das diferenças funcionais e cognitivas que existirão nas pessoas seniores em 2050 e as actuais (Gomes, 2010). O outro artigo, de Clara Barata, frisa a contradição latente entre o discurso oficial Europeu e o discurso dos responsáveis pelo estudo da demografia. Se por um lado há a necessidade de se ter mais filhos, por outro lado, os demógrafos encontram-se mais preocupados em conter o crescimento da população (Barata, 2010).

Diogo Vasconcelos sugere a importância de sabermos como aproveitar o talento dos seniores que após a reforma, ainda têm pela frente cerca de 15 a 20 anos de vida. Chega mesmo a afirmar que “os serviços para a população sénior são provavelmente o sector com maior potencial de crescimento”, sendo fundamental desenvolver nas pessoas seniores a capacidade de participarem na vida de forma ativa (Azevedo, 2009). Miguel Pacheco, jornalista do Jornal I, publicou no mesmo jornal, um artigo que descreve a situação demográfica em Portugal e as consequências sociais e económicas que daí advêm, contextualizando-as com o novo Instituto para o Envelhecimento, criado pela Gulbenkian e a Universidade de Lisboa, em parceria com a Fundação Francisco Manuel dos Santos, com os objectivos de investigação e formação científica no envelhecimento (Pacheco, 2009). O consagrado neurocirurgião João Lobo Antunes, num artigo de opinião para a Revista Única do Jornal Expresso, indica que o problema do envelhecimento é um dos maiores desafios do mundo contemporâneo. Alerta para o facto de que se nasce menos e morre-se mais tarde, e que os problemas de saúde daí derivados, serão um enorme desafio para a saúde nos domínios das doenças crónicas e das doenças sociais (Antunes, 2009).

É interessante saber que noutras partes do mundo, o envelhecimento está também a ser alvo de atenção pelas diferentes esferas da sociedade. Pela comunidade científica, com investigação e desenvolvimento em farmacologia aliada à restrição calórica e capaz de retardar o envelhecimento, em busca da imortalidade (Brody, 2009); na tecnologia, com as redes sociais, que com o crescimento da web levam consigo os seus utilizadores originais (ex. só 11% dos utilizadores do Twitter é que se encontram na faixa etária dos 12 aos 19 anos; o YouTube começou por atrair adultos e idosos; os utilizadores iniciais do Facebook e do MySpace, um público mais jovem, hoje representam 9% e 14% dos utilizadores respectivamente) (Miller, 2009), levantando o véu ao mito de que somente os mais jovens é que lideram a vulgarização das inovações.

É precisamente na área tecnológica e com bastante incidência na saúde que a inova-

ção terá um papel importante a cumprir. A tecnologia ao serviço da população sénior pode influenciar as experiências dos seniores durante o processo de envelhecimento, a qualidade de vida, os resultados do estado de saúde, assim como, os resultados e satisfação dos cuidados que podem receber. As tecnologias incluem aquelas que podem ser usadas pelos próprios indivíduos seniores, por médicos e enfermeiros, pelos familiares e pelos prestadores de cuidados. As tecnologias ao serviço da população sénior podem ser classificadas em três categorias: de segurança, baseadas na relação entre o sénior e o seu ambiente; tecnologias para a saúde e o bem estar físico e mental; e tecnologias que potenciem a conexão social do utilizador sénior (Alwan e Nobel, 2007).

Recentemente o Jornal Expresso publicou um artigo exclusivo do The Economist, que refere o potencial dos inventos sem fios para melhorar os cuidados de saúde e assegurar um tratamento mais personalizado, defendendo que esta tendência encurta tempo aos profissionais de saúde e aumenta a rapidez de diagnóstico e tratamento (Futuro, 2010). O mesmo artigo salienta também a importância que os “smartphones”, e a sua vulgarização, terá na operacionalidade dessas tecnologia, referindo alguns exemplos da indústria tecnológica Norte Americana (a Intel está a desenvolver dispositivos que acompanham o estado de saúde dos seniores; a GE com pequenos dispositivos sem fios que medem os sinais vitais).

Em Portugal no mês de Abril de 2010 ocorreu a primeira feira de negócios sénior, que abrangeu diversas áreas de negócio e debate, desde alimentação, segurança, literacia financeira, turismo, sexo, inovação e tecnologia (Nunes, 2010). O aparecimento de um evento com características associadas a uma feira de negócios, revela que o mercado nacional começa a estar atento à oportunidade que o envelhecimento da população oferece aos mercados de produtos, processos e serviços para esta população. Exemplos disso são: a Majora que aposta em jogos didáticos para idosos; a Multi-ópticas oferece um desconto igual à idade; a Caixa Geral de Depósitos disponibiliza computadores configurados às necessidades dos seus clientes e dos alunos da Universidade da Terceira Idade; a Loja do Avô é um sucesso há já vários anos (Nunes, 2010).

A gestão do envelhecimento requer uma participação e atenção por parte da sociedade. É da responsabilidade coletiva desenvolver e fazer as modificações necessárias, que permitam a total participação das pessoas seniores em todas as áreas da vida social. Este problema da sociedade contemporânea apresenta-se como um manancial de oportunidades, para mercados emergentes (população sénior) e com tendência a aumentarem nos próximos 40 anos. A dificuldade que este tipo de população encontra na interação com produtos, serviços e sistemas, projectados para as necessidades da população jovem, são inúmeras, contribuindo para a exclusão social e com reflexo na saúde nas economias com pilares assentes na troca de bens transaccionáveis.

O envelhecimento da população é resultado de dois factores interligados: a baixa de natalidade e o envelhecimento demográfico. Este fenómeno tem consequências directas nos estados, como o envelhecimento e qualificações profissionais, o envelhecimento e penúria de mão de obra, o envelhecimento e idade de reforma, o envelhecimento e os sistemas de reforma, o envelhecimento e despesas de saúde. Com o aumento progressivo da população geriátrica, há um consequente aumento das alterações crónico-degenerativas, maior vulnerabilidade a doenças como infecções, doenças cardiovasculares, neoplasias malignas, diminuição de funções neurológicas, alterações da pele e cabelos, imobilidade, entre outras. As alterações cenestésicas derivadas do processo de envelhecimento, fazem com que os idosos fiquem mais propensos a quedas, assim como a uma maior variação sensorial no movimento, toque e posição corporal, limitando a autonomia dos indivíduos na terceira idade, gerando dependência e consequente redução da qualidade de vida e aumento da necessidade de cuidados médicos em casa.

Principais objetivos

O aumento da esperança média de vida e a diminuição das taxas de natalidade têm proporcionado as condições ideais ao aumento global da população sénior. Este fenómeno coloca grandes desafios aos sistemas de saúde, de segurança social, às estruturas familiares e às economias nacionais. Com o envelhecimento, estão também associadas incapacidades e patologias, que alteram a capacidade física e cognitiva deste tipo de população.

As quedas são uma das principais causas de incapacidade física funcional e de morte, nas pessoas idosas. A maioria das quedas na população sénior derivam de múltiplos factores, incluindo distúrbios da marcha, equilíbrio, força física e visão. Das quedas podem resultar, fracturas ósseas, ou ferimentos graves, que podem requerer hospitalização, assim como, tratamento prolongado durante o resto da vida. Outra consequência das quedas, resultante de perda de consciência ou imobilização, é a incapacidade em acionar serviços de emergência médica e respectiva localização, do indivíduo que sofreu a queda.

Desta forma, propomos a conceção e desenvolvimento de uma solução capaz de melhorar a qualidade de vida da população sénior que cai, ou em risco de cair. Essa solução deverá ser o reflexo de um processo de design do produto centrado no utilizador sénior, aplicado num sistema activo de protecção osteológica, embebido em vestuário (underwear) e capaz de servir como plataforma a produtos (Ulrich & Eppinger, 2000) facilmente a si conectáveis e possuidores de tecnologias, para a monitorização de factores físicos e ambientais como a detecção de quedas e a localização geográfica. A realização deste estudo prevê determinar se a solução a desenvolver, será eficaz na prevenção e diminuição do impacto das quedas, ou colisões na população sénior. O projeto de investigação aqui proposto está segmentado em três partes.

A **primeira parte** refere-se à definição e caracterização do problema das quedas na população idosa e necessidades que daí derivem, assim como, possíveis oportunidades de soluções para a minimização das lesões provenientes das quedas. Esta parte tem como principais objetivos:

- Avaliação do impacto físico das quedas na população sénior.
- Avaliação do impacto económico das quedas na população sénior.
- Avaliação do impacto social das quedas na população sénior.

Pretende-se que no final da primeira parte do projecto, a validação e identificação de “inputs” quantitativos e qualitativos úteis aos desenvolvimento da hipótese de solução que se pretende desenvolver na terceira parte do projecto. Pretende-se também efectuar uma análise da literatura dos últimos 15 anos acerca do impacto físico, económico e social das quedas neste tipo de população.

A **segunda parte** consiste na transformação do problema em necessidades, definindo-as e validando-as. Os objetivos propostos para esta parte são:

- Validar e confirmar que ainda não existe solução para a necessidade.
- Validar se o âmbito da necessidade é apropriado.
- Identificação dos interessados na necessidade.

A **terceira parte** consiste no estudo exploratório, da aplicação a um caso de estudo que pretende desenvolver e validar, um protótipo de uma hipótese de solução, da aplicação de plataformas tecnológicas (Ulrich & Eppinger, 2000), embebidas em produtos vestíveis,

para protecção física e assistência ativa, destinados a melhorar o desempenho e segurança dos seniores no caso de queda ou colisão. Os objectivos desta parte são os seguintes:

- Especificações da necessidade e requisitos para a hipótese de solução
- Desenvolvimento da linha de protecção osteológica e assistência ativa
- Realização da prova do conceito

Objetivos operacionais:

- a) investigar e desenvolver soluções têxteis vestíveis com base em têxteis confortáveis e com propriedades de absorção e dissipação de energia proveniente de impactos.
- b) estudar as zonas osteoarticulares críticas, nomeadamente regiões sacral, torácica apendicular anterior e posterior, cervical posterior, região lombar anterior, assim como, a protecção das articulações esterno clavicular, escapulo umeral, rádio cubital proximal, intermédia e distal;
- c) desenvolver técnicas para o desenvolvimento de proteções físicas e de identificação e classificação de requisitos.
- d) desenvolver produtos vestíveis para diminuir a força de impacto em caso de queda, através da protecção de zonas osteoarticulares críticas;
- e) conexão de um produto ambulatorio de monitorização sem fios, não invasivo, como “add ons” para recolha de informação física e ambiental (detecção de quedas e posicionamento geográfico).

Nota:

Parte da execução deste trabalho foi viabilizada pela candidatura efectuada pelos proponentes deste projecto em Março de 2010, associada aos parceiros das áreas científicas, tecnológicas e empresariais do projecto mobilizador PT21 – Power Textiles Século 21, no âmbito do programa de acção do Pólo de Competitividade da Moda, enquadrado na atividade PPS6 – Medical Devices, soluções têxteis aplicadas ao sector da saúde.

Breve descrição do projeto

O projeto que é aqui exposto obedeceu a um processo de desenvolvimento dividido em três partes interligadas e dependentes dos resultados alcançados em cada uma delas. Em primeiro lugar a caracterização do problema das quedas na população sénior, através de uma análise global da literatura focada no impacto físico, económico e social. Em segundo lugar, a transformação do problema em necessidades, através de uma análise local a utilizadores reais com mais de 65 anos. Em terceiro e último lugar, o estudo exploratório que pretende validar uma hipótese de solução através da concepção e desenvolvimento de uma plataforma tecnológica embebida em produtos vestíveis (wearables) para protecção física e assistência ativa, destinados a melhorar o desempenho e segurança dos seniores no caso de queda, ou colisão.

A breve revisão bibliográfica e o estado arte anteriormente descritos acerca do envelhecimento da população (dados epidemiológicos contextualizadores; problemas, consequências e oportunidades do envelhecimento; as quedas como um dos principais fatores geradores de incapacidade, morte, lesões físicas e ferimentos), leva-nos a tirar uma primeira conclusão preliminar.

A investigação e o desenvolvimento que descreve os pontos atrás, encontra-se focado no antes e no depois da queda, deixando um espaço em aberto, para a situação que en-

volve a queda, ou seja, o processo que ocorre durante a queda. É no momento da queda e nos primeiros momentos que a procedem que pretendemos encontrar respostas para os principais objectivos estabelecidos, de forma a desenvolver uma hipótese de solução que aumente os níveis de segurança, desempenho e proteção física, do indivíduo sénior que possa sofrer uma queda.

Atualmente existem as tecnologias de sensorização e monitorização, de comunicação wireless (Bonnemaison & Macy, 2007), (Zieba & Frydrysiak, 2006), (Luprano et al., 2007), (Kang et al., 2006), (Smartlife HealthVest, 2009), (Luprano, 2006), (Vital Jacket, 2010), (Numetrex Cardio Shirt, 2009), e materiais com alta performance ao impacto (Brownell, 2006), (D3o, 2010), (Dow Corning Active Protection System, 2010), capazes de aumentar o conforto e liberdade de movimentos, mas não existem produtos que englobem todas estas competências numa única plataforma e que esteja adaptada à proteção osteológica e articular em produtos vestíveis tipo *second skin*, destinados à prática de atividade diária, de uso corrente e quotidiano, por pessoas com necessidades especiais, como é o caso da população sénior.

O projeto pretende juntar em vários produtos de diversas tipologias três tipos de funções: a função conforto e ergonomia; a função de proteção osteoarticular e a função de monitorização de fatores físicos e ambientais do utilizador sénior.

Função de conforto e ergonomia

A solução deve ser confortável, adequada para pessoas de idade avançada (consequentemente com necessidades especiais), fácil de vestir e com índices de mobilidade esperados, assim como permitir a incorporação de sistemas de TIC. Embora o conforto incorpore factores físicos e psicológicos subjetivos relacionados com a sensação de bem estar, existem factores objectivos que determinam o conforto e que podem ser medidos, tais como: o peso, isolamento térmico, respirabilidade, capacidade hidrófila ou hidrofóbica dos materiais têxteis e a capacidade dos materiais evaporarem rapidamente a transpiração.

Função de proteção osteoarticular

Proteção ao impacto de zonas corporais osteoarticulares susceptíveis a lesões provenientes de quedas. Essa proteção incide na região sacral, na região apendicular e na região lombar, assim como na proteção das articulações esternoclavicular; escápulo-umeral (ombro); rádio-cubital proximal, intermédia e distal (cotovelo).

Função de monitorização

A monitorização de fatores físicos refere-se à recolha e análise de dados do corpo humano e será feita através de um dispositivo facilmente acoplado a uma plataforma de proteção. A função de monitorização está focada em factores físicos (ex. posição corporal) e em factores ambientais (ex. localização geográfica).

Ambiente de utilização

Em ambiente doméstico (habitação). Em ambiente laboral (locais de trabalho/atividades que apresentem risco de lesões derivadas do impacto, ou de quedas). Ambientes públicos (zonas desportivas, parques verdes, espaços comerciais, transportes). Ambiente clínico (hospitais, clínicas de reabilitação).

PARTE I

DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA: AS QUEDAS NA POPULAÇÃO SÊNIOR E CONSEQUÊNCIAS FÍSICAS, ECONÓMICAS E SOCIAIS

CAPÍTULO 1	Envelhecimento da população
1.1	As quedas na população idosa
1.2	Definições e tipos de quedas
1.3	O propósito desta análise
CAPÍTULO 2	Método de pesquisa
CAPÍTULO 3	Resultados da pesquisa
3.1	Distribuição e incidência geográfica da pesquisa
3.2	Características anatómicas e fisiológicas do envelhecimento
3.3	Estudos de caracterização das quedas na população idosa
CAPÍTULO 4	O impacto físico das quedas para a população idosa
4.1	Patologias do envelhecimento que potenciam as quedas
4.2	Causas e factores de risco das quedas
4.3	Consequências físicas das quedas
4.4	Efeitos fisiológicos das quedas
4.5	Prevenção, minimização e reabilitação das quedas
CAPÍTULO 5	O impacto económico das quedas
5.1	Consequências económicas das quedas para os sistemas de saúde
CAPÍTULO 6	O impacto social das quedas para a população idosa
6.1	Consequências sociais das quedas para a população idosa
6.2	Indicadores epidemiológicos: mortalidade, quedas, morbilidade e incapacidade funcional

1. Envelhecimento da população

O aumento dos níveis de saúde e o bem-estar dos seres humanos ao longo de toda a vida são conquistas que o homem tem procurado realizar. O envelhecimento da população é uma das grandes conquistas da humanidade. Contudo, o seu exponencial aumento, e a diminuição das taxas de natalidade, assim como os avanços científicos e tecnológicos na medicina que contribuíram para o aumento da esperança média de vida, são fatores que contribuíram para este fenómeno no últimos tempos. Estes fenómenos fazem também que o envelhecimento da população seja um dos grandes desafios da sociedade contemporânea e do futuro sustentável dessa mesma sociedade, com previsões que sugerem a continuidade do aumento da população idosa durante as próximas décadas.

A Tabela 1 apresenta um resumo de alguns indicadores e previsões demográficas para pessoas com mais de 65 anos e a sua distribuição geográfica. No ano de 1996 existiam em todo o mundo 323 milhões de indivíduos com mais de 65 anos (Melton, 1996), com uma previsão de crescimento para o ano de 2050 de 1555 milhões (Melton, 1996). Esta previsão representa um aumento de, cerca de 22 milhões de indivíduos, com mais de 65 anos, todos os anos até 2050. Em 2010, a população mundial com mais de 65 anos era de 440 milhões de indivíduos (Coimbra et al. 2010) (ver Tabela 1). Este valor fica um pouco abaixo da projeção anterior, sendo que este tipo de população aumentou, no período entre os anos de 1996 e 2010, em cerca de 8.3 milhões de indivíduos ao ano em todo o mundo. A diferença entre as previsões e o aumento real da população mundial com mais de 65 anos foram de cerca de 13.7 milhões de indivíduos.

Apesar das diferenças entre as previsões do aumento da população idosa e a realidade desse mesmo aumento até à data serem significativas, não podemos ignorar que o aumento real deste tipo de população tem sido bastante acentuado. Podemos hoje afirmar que a população mundial está a tornar-se mais velha e a aumentar.

O processo de envelhecimento pode acarretar uma diminuição e degeneração de funções físicas, cognitivas e psicológicas nas pessoas idosas, como também alterações anatómicas e fisiológicas. Estas alterações provocam diminuição da autonomia e da independência funcional, neste tipo de população.

Tabela 1 Alguns indicadores de previsões demográficas e distribuição geográfica em número de indivíduos com mais de 65 anos.

	Idade	Ano	Número de indivíduos	Distribuição geográfica	Referência
Previsão	> 65	1996	323 milhões	Em todo o mundo	Melton (1996)
	> 65	2050	1555 milhões	Em todo o mundo	Melton (1996)
Previsão	> 65	2050	1271 milhões	Ásia, América Latina, Médio Oriente e África	Melton (1996)
	> 65	2010	440 milhões	Em todo o mundo	Coimbra et al. (2010)

1.1 As quedas na população idosa

O processo de envelhecimento é em grande parte das vezes acompanhado de mudanças. A audição, a visão, a força muscular e a coordenação podem ficar condicionadas por essas mudanças. O equilíbrio também pode ser afetado e são inúmeros os fatores que contribuem para a instabilidade e para as quedas na população idosa. As quedas são umas das principais causas de lesões, de incapacidade física e até mesmo de morte, entre a população idosa. Cerca de um terço da população com mais de 65 anos sofre pelo menos uma queda dentro de sua casa todos os anos (Kane et al. 2009; Lord et al. 2007), cerca de metade da população nesta faixa etária e que se encontra institucionalizada, também cai todos os anos (Kane et al. 2009). Os custos associados a quedas nos Estados Unidos da América, no ano de 1991, foram de 50 bilhões de dólares (Degoede et al. 2003). Se associarmos estes custos do ano de 1991 aos sistemas de proteção social perante o atual estado demográfico e etário dos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, a situação apresenta-se num cenário pouco sustentável.

As quedas constituem então um problema de saúde pública, com proporções a um nível mundial. A Organização Mundial de Saúde dá ao problema das quedas a sua atenção merecida. Estima que morram cerca de 424 000 indivíduos por ano devido a quedas (WHO, 2010), este valor torna o problema das quedas na segunda maior causa de morte por lesões não intencionais. As pessoas com mais de 65 anos sofrem um grande número de quedas fatais (WHO, 2010). O número de quedas graves que necessitam, todos os anos, de cuidados médicos ronda os 37.3 milhões (WHO, 2010).

1.2 Definições e tipos de quedas

Segundo Lord et al. (Lord et al. 2007), a primeira vez que se definiu o que é uma queda, foi no ano de 1987 pelo Kellogg International Working Group. O autor, cita a definição original de queda de Gibson et al. (Gibson et al. 1987), como “vir parar ao chão, ou a um nível inferior, de forma não intencional e como consequência de um golpe violento, perda de consciência, ou início súbito de paralisia, proveniente de acidente vascular cerebral, ou ataque epilético” (tradução livre). Desde então, muitos foram os investigadores que utilizaram definições de quedas muito semelhantes (Lack et al. 1991; Tinetti et al. 1997).

Mais tarde, no ano de 2007, a Organização Mundial de Saúde define queda como “a forma inadvertida como se vai parar ao chão, ou a qualquer outro nível inferior, excluindo mudanças de posição intencionais, descanso em mobiliário, em paredes, ou em outros ob-

jetos” (tradução livre) (WHO, 2007). As quedas foram codificadas como E880-E888 (quedas acidentais), na International Classifications of Disease-9 (ICD-9) e como W00-W19 (causas de quedas), na ICD-10.

De acordo com a International Classification of Disease – 9 e 10, as quedas acidentais podem ser de vários tipos: quedas de/em degraus ou escadas; quedas de/em escadas ou andaimes; queda de ou fora de um edifício, ou outra estrutura; outras quedas de um nível para outro; quedas no mesmo nível por escorregar, ou tropeçar; quedas no mesmo nível através de colisão, empurrão por ou com outra pessoa; quedas por fracturas; outro tipo de quedas não especificadas. Relativamente às causas das quedas, estão classificadas como: quedas no mesmo nível que envolvem gelo e neve, escorregar, tropeçar; quedas que envolvem objetos sobre rodas (skate, patins); quedas devido a colisões com e por outras pessoas; quedas de cadeiras de rodas, de camas, de equipamentos lúdicos; entre outras causas não especificadas.

1.3 O propósito desta análise

Sendo o problema das quedas na população idosa um elemento determinante na diminuição da qualidade de vida deste tipo de população e um problema que se estende a grande parte do mundo, inclusivamente em países com localizações geográficas diferentes, hábitos e culturas particulares, níveis de desenvolvimento maiores e menores, diferentes sistemas políticos e religiões, podemos afirmar que o problema das quedas na população sénior atinge níveis epidemiológicos, com dimensão e incidência global. Perante este cenário foram colocadas as seguintes questões:

Qual é o impacto físico, económico e social das quedas na população sénior? Qual é a incidência geográfica desse impacto na literatura da especialidade e como evoluiu?

O propósito desta análise é identificar a incidência de referências em publicações científicas das quedas na população idosa, a sua evolução cumulativa e geográfica no intervalo temporal situado entre os anos de 1995 e 2010. A análise teve como base o impacto físico, económico e social das quedas na população idosa com base nas patologias, causas e fatores de risco, consequências físicas, efeitos fisiológicos das quedas, estratégias de prevenção, minimização e reabilitação das quedas, assim como, as consequências económicas para os sistemas de saúde e as consequências sociais.

Esta análise tem também como propósito fornecer um resumo da literatura de investigação publicada a investigadores, académicos e praticantes, que lidam com as quedas na população idosa. A análise não cobre na totalidade a investigação no campo das quedas na população idosa. É uma análise quantitativa da literatura científica, focada no impacto das quedas neste tipo de população.

2. Método de pesquisa

A pesquisa foi restrita a artigos escritos em inglês, publicados em jornais ou revistas científicas, revistos por pares e publicados entre os anos de 1995 e 2010. A pesquisa foi efetuada nas seguintes bases de dados de publicações científicas: Pub Med, Access Medicine, Science Direct, Oxford Journals e Taylor & Francis Online. Estas bases de dados de jornais científicos contém literatura em áreas como a medicina, a geriatria e a gerontologia, o

envelhecimento e as quedas, saúde pública, ortopedia, biomecânica clínica, reabilitação, medicina preventiva, enfermagem geriátrica e epidemiologia (Figura 1).

Foi também efetuada uma pesquisa manual a outras publicações de editoras que publicam na áreas já mencionadas, como a McGraw-Hill e a BioMed Central, assim como, publicações editadas por organizações que se focam no problema das quedas em pessoas idosas, como o National Center for Injury Prevention and Control e a Organização Mundial de Saúde (Figura 1).

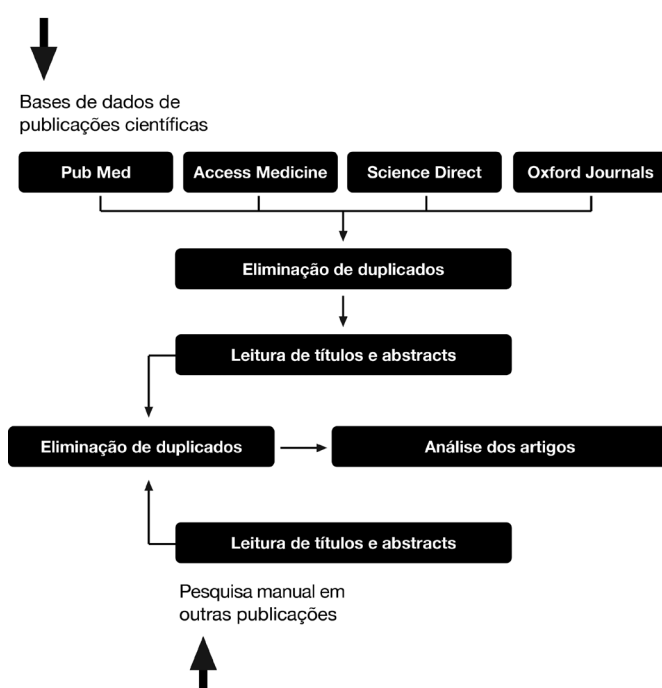


Figura 1 Diagrama de fluxo utilizado na pesquisa de publicações para a análise da literatura.

Quer para a pesquisa em bases de dados de publicações científicas, quer para a pesquisa manual em outros tipos de publicações (on-line), foram introduzidas frases e palavras-chave que estivessem presentes no título, e/ou no abstract e/ou nas palavras-chave das publicações. Foram também incluídos jornais e livros dentro dos temas: medicina, enfermagem e profissionais da saúde. As frases e palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: para o impacto físico das quedas “physical consequences of falls”, “senior population and falls”, “falls pathologies”, “anatomy of aging”, “causes of falls and risk factors”; para o impacto social das quedas “social consequences of falls for the senior population”; e finalmente para o impacto social “economic consequences of falls in aging” e “economic consequences of falls in healthcare systems”.

Para a pesquisa nas bases de dados de publicações científicas e para a pesquisa manual, foram lidos os títulos e resumos para eliminação de duplicados e exclusão de publicações com o foco noutras áreas do envelhecimento como: a avaliação do paciente geriátrico; diagnósticos de prevenção do paciente geriátrico; diagnósticos de demência, de depressão,

incontinência e imobilidade; assim como, questões éticas no tratamento médico e de enfermagem deste tipo de pacientes. Depois de eliminadas as publicações que não se inseriam no propósito da pesquisa, foram lidos todos os artigos seleccionados, registado o ano de publicação e o país de origem. Durante a leitura e análise das publicações foram identificadas e quantificadas, todas as referências relativas às consequências físicas das quedas, a patologias que potenciam as quedas, a características anatómicas e consequências fisiológicas do envelhecimento, causas e factores de risco das quedas, estratégias e intervenções que melhorem o desempenho físico dos idosos em risco de cair, consequências económicas e sociais das quedas para a população idosa.

3. Resultados da pesquisa

Foram seleccionados e analisados um total de 99 publicações, constituídas por artigos, capítulos de livros e relatórios. Desse total, 93 foram publicadas em jornais e pesquisados nas bases de dados científicas. Seis publicações resultaram da pesquisa manual e foram publicadas em capítulos de livros ou relatórios da especialidade.

3.1 Distribuição e incidência geográfica da pesquisa

Embora o número total de publicações analisadas seja de 99, na distribuição e incidência geográfica das publicações (ver Figura 2) a soma do total de publicações resulta num total de 108, esta diferença de 9 publicações é devido a alguns artigos englobarem estudos e autores de vários países (Espanha e Chile; Estado Unidos e França; Grã-Bretanha e Estados Unidos; Grã-Bretanha e Austrália; e Grã-Bretanha, Suécia e Holanda).

Como podemos ver na Figura 2 foi identificada uma distribuição geográfica de publicações em todos os continentes, com exceção de África. A maior incidência geográfica de publicações foi na América do Norte e na Europa, com 39 e 43 publicações respectivamente. A incidência de publicações nestes dois continentes representa cerca de 82% das publicações nesta análise. As 99 publicações nesta análise resultaram de artigos, capítulos de livros e relatórios publicados em 25 países diferentes. Os países com o maior número de publicações foram os Estados Unidos (29 publicações), o Canadá, a Austrália e a Grã-Bretanha (10 publicações), a Holanda (9 publicações), a Espanha (6 publicações), e a Suécia e Suíça (4 publicações).

Na América do Sul (3 publicações) e na Ásia (13 publicações), a incidência de publicações não foi tão elevada como nos Estados Unidos e na Europa, representando 18% do total de publicações. As publicações da Turquia, Israel e do Irão foram englobadas no total da Ásia, apesar de serem países do médio Oriente.

A América do Sul e a Ásia são constituídas por países (ex. Brasil e China) que tradicionalmente são conhecidos pelas elevadas taxas de natalidade, e que na nossa opinião pode ser um factor da menor incidência de publicações. Contudo, a existência de publicações sobre quedas na população idosa nesses países, pode também ser um indicador de que a população idosa está a aumentar nestas regiões, tal como as previsões demográficas o indicam (ver Tabela 1). É também de salientar a baixa incidência de publicações de origem Japonesa (1 publicação), sendo este um dos países do mundo com maior número de pessoas idosas. Contudo, é provável que se encontrem mais publicações de origem japonesa noutras bases de dados que não as usadas neste estudo.

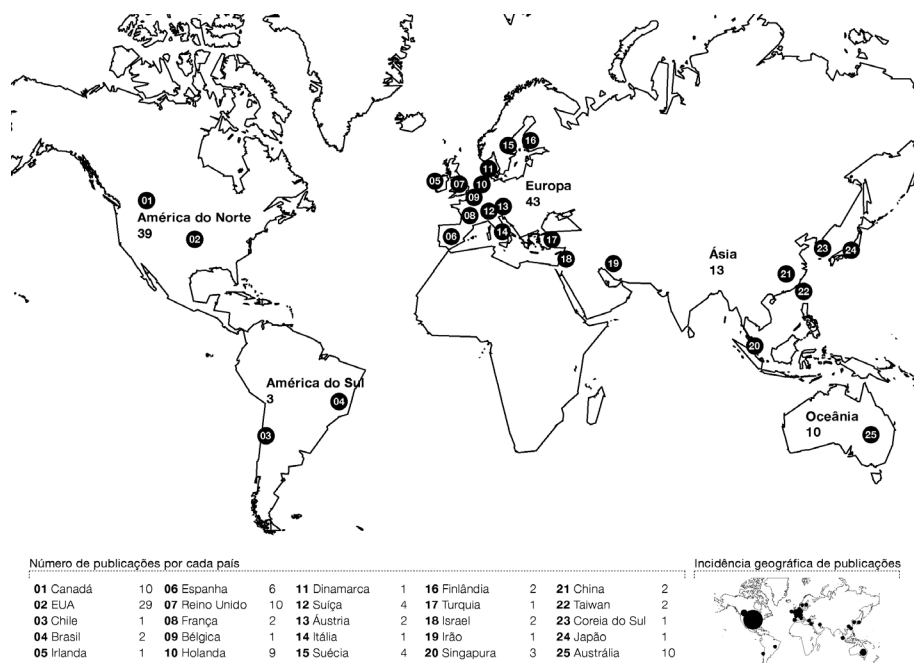


Figura 2 Distribuição e incidência geográfica da pesquisa em publicações científicas entre os anos de 1995 e 2010.

3.2 Características anatômicas e fisiológicas do envelhecimento

A incidência e prevalência das quedas na população idosa são em grande parte consequência de alterações anatômicas e fisiológicas que o processo de envelhecimento acarreta. Na análise da literatura efetuada foram identificadas várias referências a características anatômicas e fisiológicas que podem ocorrer ao longo desse processo, e que potenciam a ocorrência de quedas nas pessoas que mais sofrem este tipo de alterações. A Figura 3 representa a identificação de características anatômicas e fisiológicas do envelhecimento e o número de vezes que essas características foram referenciadas nas publicações que integraram a análise da literatura.

Relativamente às características anatômicas do envelhecimento, a análise resulta na identificação de várias destas características, referenciadas por diversos autores, e das quais se destacam: as alterações músculo-esqueléticas com 14 referências (Myers et al. 1996; Cavanaugh et al. 1999; Coimbra et al. 2010; Grabiner et al. 2008; Degoede et al. 2003; Bean et al. 2008; Prince et al. 1997 entre outros, ver Tabela 2), e a fraca resistência da região da anca e muito sujeita a fracturas na população idosa com 7 referências (Myers et al. 1996; Hayes et al. 1996; Prince et al. 1997; Lauritzen 2005; Bonjour et al. 1996; Melton 1996; Stevens e Olson 2000). As alterações neuromusculares, com 3 referências (Myers et al. 1996; Grabiner et al. 2008; Lauritzen 1996) e a redução da resistência e extensão do joelho, com 4 referências (Myers et al. 1996) são as características anatômicas do envelhecimento também referenciadas por vários autores. Com uma referência por característica anatômica foram identificadas: alterações articulares (Prince et al. 1997), declínio na flexibilidade da coluna, diminuição dos movimentos de alcance (Cavanaugh et al. 1999), e redução da força do tornozelo (Myers et al. 1996).

Tabela 2 Identificação de referências das características anatômicas e fisiológicas do envelhecimento com maior incidência na literatura.

Características anatômicas mais referenciadas	Referências
Alterações músculo-esqueléticas	(Myers et al., 1996; Cavanaugh et al., 1999; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003; Bean et al., 2008; Prince et al., 2008; Lauritzen, 1996; Bonjour et al., 1996; Worfolk, 1997; Melton, 1996; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Stevens & Olson, 2000)
Fraca resistência da anca	(Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Prince et al., 2008; Lauritzen, 1996; Bonjour et al., 1996; Melton, 1996; Stevens & Olson, 2000)
Características fisiológicas mais referenciadas	
Perda de densidade óssea	(Degoede et al., 2003; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Bonjour et al., 1996; Lehtola et al., 2006; Greenspan et al., 1998; Kanis et al., 2000; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Easterbrook et al., 2010; Stevens & Olson, 2000)
Alterações biomecânicas	(Lockhart, 2009; Cavanaugh et al., 1999; Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003; Prince et al., 2008)

No caso das características fisiológicas do envelhecimento, a perda de densidade óssea neste tipo de população é a característica que se destaca com 11 referências (Degoede et al. 2003; Peterson et al. 2008; Lauritzen 1996; Bonjour et al. 1996; Lehtola et al. 2006; entre outros, ver Tabela 2). No intervalo entre 5 e 3 referências identificamos: alterações biomecânicas (Lockhart et al. 2009; Cavanaugh et al. 1999; Grabiner et al. 2008; Degoede et al. 2003; Prince et al. 1997) e na marcha (Lockhart et al. 2009; Myers et al. 1996; Grabiner et al. 2008; Degoede et al. 2003; Kane et al. 2009), a hipertensão (Myers et al. 2003; Coimbra et al. 2010; Lauritzen 1996; Kane et al. 2009), redução da visão (Myers et al. 2003; Prince et al. 1997; Lauritzen 1996), e redução da actividade física (Myers et al. 2003; Lauritzen 1996; Worfolk 1997; Stevens e Olson 2000), doenças cardiovasculares (Coimbra et al. 2010; Bean et al. 2008; Chen et al. 2008), doenças pulmonares (Coimbra et al. 2010; Bean et al. 2008; Prince et al. 1997), e a redução da audição (Myers et al. 2003; Coimbra et al. 2010; Prince et al. 1997). Com uma e duas referências, foram identificadas outras características como a dificuldade de termoregulação (Worfolk 1997), o declínio neurológico (Prince et al. 1997; Odasso et al. 2007), a incontinência, possíveis deficiências e doenças crônicas (Coimbra et al. 2010), e dificuldade da população idosa em se levantar (Myers et al. 1996).

Esta análise permite-nos concluir, que as alterações físicas que ocorrem durante o processo de envelhecimento numa grande parte da população idosa, são as que têm uma maior incidência na anatomia e fisiologia deste grupo de pessoas (Figura 3). Como podemos verificar através da Figura 3, as alterações músculo-esqueléticas e a perda de densidade óssea, com prováveis consequências numa diminuição da resistência da anca, alterações biomecânicas e na marcha, são as características anatômicas e fisiológicas mais referenciadas nesta análise.

As características anatômicas e fisiológicas do envelhecimento foram condensadas em quatro grupos. No caso das características anatômicas os quatro grupos foram; alterações músculo-esqueléticas (ex. fraca resistência dos joelhos, fraca resistência da anca); alterações neuromusculares; alterações articulares (ex. declínio na flexibilidade da coluna, redução da extensão do joelho, redução da força dos tornozelos); e outros tipos de alterações (ex. diminuição de movimentos de alcance) (Figura 4). Para as características fisiológicas os grupos foram: doenças crônicas (ex. hipertensão, doenças cardiovasculares, perda de densidade óssea, incontinência e doenças pulmonares); deficiências (ex. redução da visão e da audição); redução da actividade física (ex. alterações na marcha, alterações biomecânicas, dificuldade em se levantar); e outras (ex. dificuldade de termoregulação, reflexo da planta do pé anormal, declínio neurológico) (Figura 4).

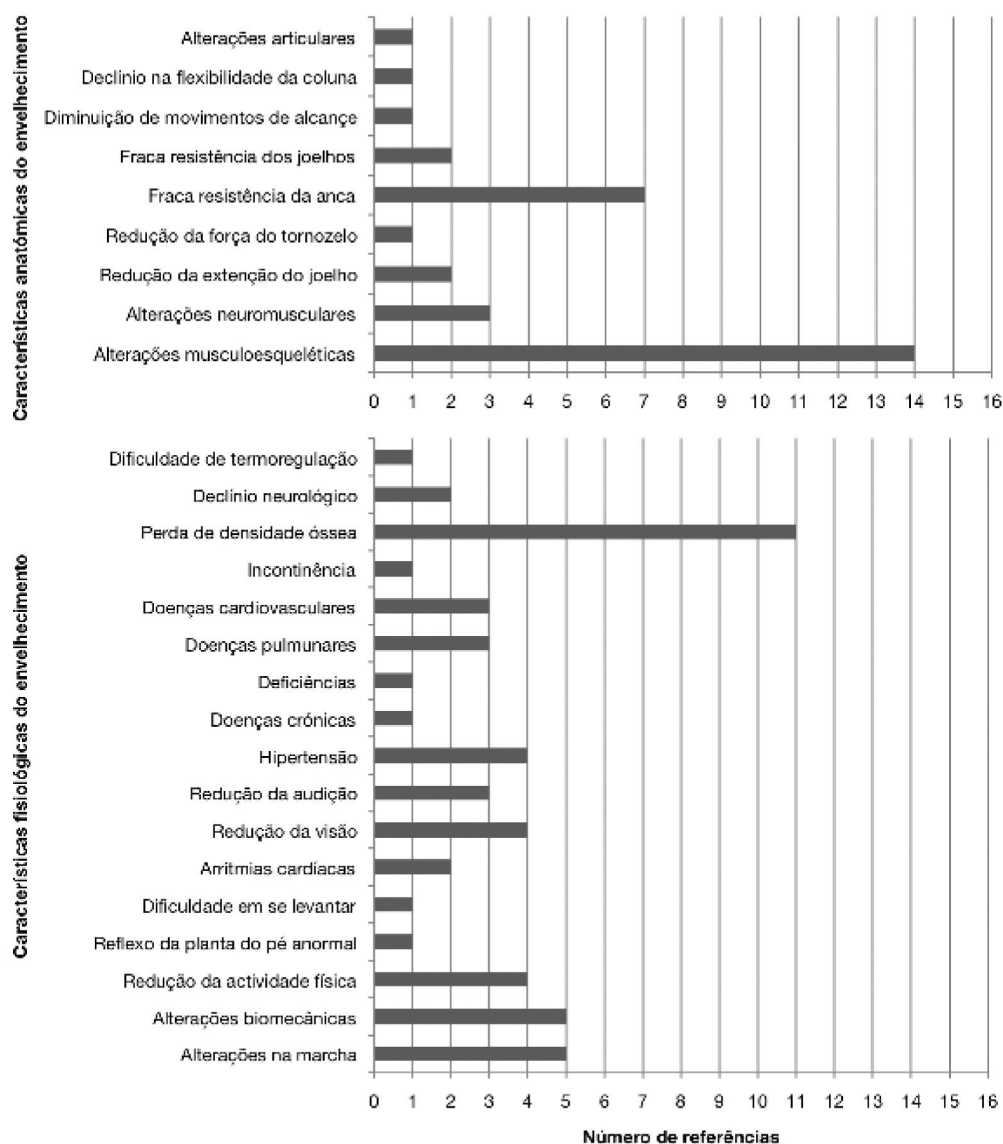


Figura 3 Características anatómicas e fisiológicas do envelhecimento e incidência de referências em publicações científicas, referentes à análise da literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Na Figura 4 está representada a evolução cumulativa de referências das características anatómicas e fisiológicas do envelhecimento na população idosa, durante o período de tempo em que se realizou a pesquisa, de 1995 a 2010. A representação dessa evolução resulta do número de vezes que cada característica, pertencente a um determinado grupo, foi referenciada nas publicações analisadas.

Tal como representado na figura em causa, as alterações músculo-esqueléticas no caso das características anatómicas do envelhecimento, e as doenças crônicas, referentes às características fisiológicas neste tipo de população, foram os dois grupos que mantiveram

durante os últimos 15 anos, o crescimento mais acentuado e constante.

No caso das características anatômicas, o número de referências às alterações músculo-esqueléticas tiveram um pico de crescimento entre os anos de 1995 e 1997 com 14 referências neste período, e mesmo a partir do ano de 1997 o número de referências foi sempre aumentado, tendo sofrido um período de estagnação entre os anos de 2003 e 2007 (ver Figura 4). Desde o ano de 1995 até 2010 e nas publicações analisadas neste estudo, as alterações músculo-esqueléticas são referenciadas 23 vezes. Os outros grupos que constituem as características anatômicas do envelhecimento, alterações neuromusculares, articulares e outras, tiveram uma menor incidência de publicações e referências, com um total em 2010, de 3, 5 e 1 referências respectivamente, sendo o período entre os anos de 2003 e 2007 de estagnação.

Para as características fisiológicas do envelhecimento, o grupo das doenças crônicas e da redução da atividade física, são os que tiveram um maior crescimento de referências e publicações ao longo dos últimos 15 anos (ver Figura 4). Este aumento conjunto indica que pode ser baseado numa relação causa-efeito, pois com o aumento da idade, e consequente aumento de doenças crônicas, pode haver uma diminuição nas capacidades físicas, cognitivas e psicológicas, próprios de quem está doente, no desempenho e realização de atividades físicas neste grupo de população. As deficiências e outras características fisiológicas tiveram menor incidência de referências no período de tempo analisado, tendo mesmo estagnado nas 5 referências entre 1997 até 2009.

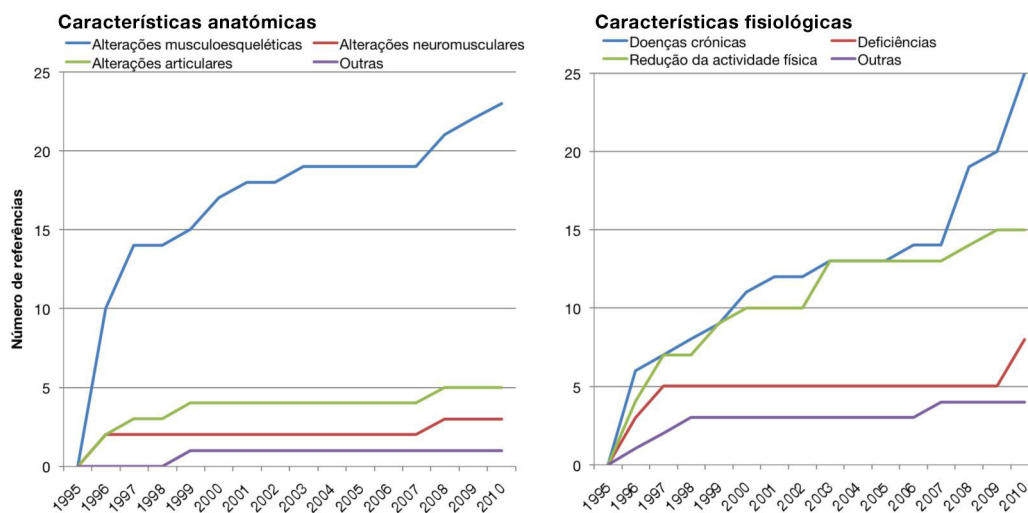


Figura 4 Evolução cumulativa de referências, relativas às características anatômicas e fisiológicas do envelhecimento resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Síntese:

- A caracterização anatômica e fisiológica do envelhecimento é muito diversificada, existindo na literatura várias referências a essas características.
- Das características anatômicas, identificadas pela literatura, as mais referenciadas foram as alterações músculo-esqueléticas e a fraca resistência dos ossos da anca.

- Relativamente às características fisiológicas, as que tiveram uma maior incidência de referências foram a perda de densidade óssea e alterações de ordem biomecânica.
- A perda de densidade óssea, na população idosa, potencia a diminuição da resistência do esqueleto. Sendo a zona da anca, um local de ligação a outros ossos, é muito provável que a diminuição da sua resistência seja também, uma das características anatómicas mais frequentes neste tipo de população.
- A redução da visão e da audição, a hipertensão, as doenças cardiovasculares e pulmonares são também algumas das características fisiológicas do envelhecimento com maior incidência de referências.
- Para as características anatómicas, foram também identificadas, e com alguma incidência de referências, a fraca resistência do joelho e diminuição da capacidade de extensão, assim como as alterações neuromusculares.

3.3 Estudos de caracterização das quedas na população idosa

O envelhecimento é um processo que acarreta profundas e variadas alterações anatómicas e fisiológicas que podem ocorrer em simultâneo nas pessoas idosas. Estas alterações variadas e, muitas vezes conjugadas, provocam uma diminuição das capacidades físicas, cognitivas e psicológicas dos idosos. A diminuição destas capacidades nos idosos tem consequências na qualidade de vida, na saúde e no bem-estar. Neste âmbito, são vários os investigadores que nos últimos 15 anos têm efectuado estudos com o objectivo de caracterizar uma das mais graves causas destas alterações: o elevado número de quedas que a população idosa sofre (ver Tabela 3).

A Tabela 3, apresenta um resumo de estudos estatísticos encontrados na literatura analisada, realizados na sua grande maioria a indivíduos com mais de 65 anos. Os estudos foram realizados com vários objetivos de caracterização: os fatores que potenciam as quedas, consequências, frequência, prevalência e incidência das quedas, assim como as circunstâncias em que ocorrem. É identificado o tamanho da amostra, a faixa etária dos indivíduos que foram estudados, o país onde foi realizado o estudo, os resultados obtidos de forma descritiva e em percentagem da amostra (%), como também, a referência e o ano de publicação. Foi também considerado fator de inclusão no estudo a diversidade geográfica, de forma a incluir o maior número de países. Foi também considerada a inclusão de publicações com estudos realizados em todos os continentes incluídos na pesquisa.

As quedas nas pessoas idosas podem ter consequências físicas, económicas e sociais graves. Um estudo Holandês (Stel et al. 2004) identifica e quantifica as principais consequências físicas das quedas, em 204 pessoas com mais de 65 anos, como: lesões físicas (68,1%), incapacidade funcional (35,3%) e ferimentos graves (5,9%); como consequências económicas, o uso de serviços de saúde (23,6%) e necessidade de tratamento (17,2%); e como consequências sociais a incapacidade social (16,7%). As consequências das quedas e a sua prevalência, são também descritas e analisadas num estudo Espanhol (Varas-Fabra et al. 2006), realizado a 362 pessoas com mais de 70 anos, como: lesões físicas (71,8%); mobilidade reduzida (22%); uso de serviços de saúde (30%) e com uma prevalência de quedas de 31,7%.

A prevalência das quedas na população idosa é alta. Os valores andam entre: 18% de 1512 indivíduos com mais de 60 anos (Yu et al. 2009), 15,8% de 1122 indivíduos com mais de 60 anos (Demura et al. 2010), e 31,7% de 362 indivíduos com mais de 70 anos (Varas-fabra et al. 2006). Outros autores referem que 30% dos indivíduos com mais de 65 anos, de uma amostra de 1285 pessoas holandesas, caíram todos os anos (Tromp et al. 2001). Na Finlân-

Tabela 3 Resumo de publicações referentes a estudos de caracterização das quedas na população idosa, resultado da análise da literatura entre os anos de 1995 e 2010. N corresponde ao tamanho da amostra em número de indivíduos.

Objectivo	N	Idade	País	Resultados	(%)	Referência
Caracterizar o medo de cair	487	> 60	EUA FRA	Medo de voltar a cair	33.3	Vellas et al. (1997)
Consequências das quedas	204	> 65	NLD	Lesões físicas Ferimentos graves Uso serviços de saúde Incapacidade funcional Incapacidade social Necessidade de tratamento	68.1 5.9 23.5 35.3 16.7 17.2	Stel et al. (2004)
Caracterizar a incidência das quedas após AVC	238	-	CAN	Cairam uma vez Lesões pós queda	37 22	Teasell et al. (2002)
Prevalência, consequências e factores e risco	1512	> 60	CHN	Prevalência de quedas Lesões	18 37.7	Yu et al. (2009)
Construção de um modelo de risco de quedas	1285	> 65	NLD	Cairam uma vez por ano Cairam mais de uma vez	30 50	Tromp et al. (2001)
Circunstâncias, frequência e ferimentos das quedas	555	> 85	FIN	Cairam todos os anos Cairam recorrentemente Lesões físicas	33 20 20	Lehtola et al. (2006)
Factores associados à fractura da anca	1225	-	ESP	Três ou mais quedas Dentro de casa Na rua Outros lugares	22 71.8 18.9 9.2	Formiga et al. (2008)
Circunstâncias das quedas e da fractura da anca	2185	> 50	SUL EUR	Queda e fractura da anca em espaços interiores Queda e fractura da anca em espaços exteriores e escuros Quedas em escadas	66.6 4.3 11	Allander et al. (1998)
Frequência das quedas	1122	> 60	JPN	Sofreram quedas	15.8	Demura et al. (2010)
Factores de risco das quedas (indivíduos do sexo masculino)	585	> 80	TWN	Fisicamente independentes Incapacidade cognitiva Historial de quedas	92.8 20.2 8.2	Chen et al. (2008)
Características de adesão a protectores de anca	1346	> 65	GBR	Aceitação inicial Após 24 semanas Após 48 semanas Após 72 semanas	37.2 23.9 23.2 19.9	O'Halloran et al. (2007)
Prevalência e consequências das quedas	362	> 70	ESP	Prevalência das quedas Mais de uma queda Quedas em casa Lesões físicas Medo de cair Mobilidade reduzida Sistema de saúde	31.7 12.9 55.3 71.8 44.7 22 30	Varas-Fabra et al. (2006)
Factores de risco em pessoas hospitalizados por fractura da anca	87	> 65	ESP CHL	Já tinham caído Já tinham tido fracturas	81.6 42.5	Venegas et al. (2010)
Factores relacionados com quedas	71	> 65	EUA	Detinham bom estado mental Níveis de actividade mínimos Níveis de activ. Moderados Cairam nos últimos 2 anos Cairam uma vez	73 35 56 52 43	Honeycutt e Ramsey (2002)
Relação entre força muscular e mobilidade funcional	31	> 65	TUR	Queda no último ano Queda fora de casa Queda dentro de casa Fractura depois da queda	38.7 25.8 12.9 19.4	Keskin et al. (2008)
Caracterizar os pés e tornozelos como diminuição do equilíbrio	176	> 65	AUS	Queda durante o período de acompanhamento	41	Menz et al. (2006)

dia, um estudo sobre as circunstâncias e frequência das quedas, realizado a 555 indivíduos com mais de 85 anos, 33% caíram todos os anos e 20% caíram recorrentemente (Lehtola et al. 2006).

Alguns fatores de risco que potenciam quedas são identificados e quantificados, como a incapacidade cognitiva (20,2%) e o historial de quedas (8,2%) em 585 indivíduos com mais de 80 anos (Chen et al. 2008). Para Venegas et al. num estudo que analisa os factores de risco em pessoas hospitalizadas por fractura da anca, a 87 pessoas com mais de 65 anos, 81,6% dos indivíduos já tinham caído e 42,5% já tinham tido fracturas (Venegas et al. 2010).

Os locais onde ocorrem as quedas são identificados e quantificados por Keskin et al. em 25,8% de quedas fora de casa e 12,9% dentro de casa, de 31 indivíduos com mais de 65 anos (Keskin et al. 2008). Num outro estudo, que foi realizado no sul da Europa (Allander et al. 1998), a 2185 pessoas com mais de 50 anos, 66,6% dos indivíduos caíram em espaços interiores e fraturaram a anca, 4,3% em espaços exteriores e 11% caíram nas escadas. Ainda num outro estudo relacionado com factores associados à fratura da anca, realizado em Espanha a 1225 pessoas, 71,8% das fracturas da anca devido a quedas tiveram lugar dentro de casa, e 18,9% na rua (Formiga et al. 2008).

A Tabela 3 demonstra também que o medo de cair tem uma incidência de 33,3% nas pessoas com mais de 60 anos (Vellas et al. 1997), e de 44,7% em pessoas com mais de 70 anos (Varas-Fabra et al. 2006). Relativamente a estudos que caracterizam diversos factores relacionados com quedas, identificamos estudos que caracterizam o medo de cair (Vellas et al. 1997); a incidência das quedas depois de um AVC (Teasell et al. 2002); a adesão a protetores de anca (O'Halloran et al. 2007); e a caracterização das extremidades inferiores e diminuição do equilíbrio (Menz et al. 2006).

Síntese:

- São vários os estudos, encontrados na literatura analisada, que caracterizam as quedas na população idosa. Os objetivos de caracterização das quedas são muito diversificados: factores que podem provocar quedas, consequências das quedas, frequência e circunstâncias em que ocorrem, a prevalência e a incidência, testes de eficácia em produtos, ou serviços de prevenção, minimização e reabilitação.
- Os estudos de caracterização são, na sua maioria, de carácter quantitativo e estatístico. O número de participantes varia de estudo para estudo.
- A incidência e prevalência de quedas na população idosa demonstrada nos estudos analisados é elevada, assim como as consequências físicas que podem derivar das quedas.
- As quedas podem ocorrer em ambiente doméstico e na rua. No entanto, a incidência de quedas em ambiente doméstico é bastante superior às quedas que ocorrem na rua. O aumento de dependência funcional e de inatividade, próprio do processo de envelhecimento, pode ser um fator preponderante na diferença de incidência de quedas nos dois tipos de ambiente (doméstico e na rua).

4. O impacto físico das quedas para a população idosa

O processo de envelhecimento pode acarretar grandes transformações na qualidade de vida, na saúde e no bem-estar das populações. Essas alterações, podem ser de ordem anatómica e fisiológica, tal como já referido anteriormente neste estudo.

Como também já referido neste estudo, as quedas são uma das principais causas potenciadoras de alterações com efeito negativo na qualidade de vida dos idosos. As quedas

provocam consequências físicas nos indivíduos que caem, e especialmente naqueles com mais de 65 anos, essas consequências podem ter um impacto bastante negativo.

Neste capítulo, estão identificados, categorizados e analisados os fatores típicos do envelhecimento e das quedas, contidos na literatura dos últimos 15 anos, assim como a quantificação do número de vezes que esses fatores foram referenciados. Os fatores que foram analisados são os seguintes: as patologias que potenciam quedas na população idosa; as causas e fatores de risco; consequências físicas; e os efeitos fisiológicos das quedas; assim como, as formas de prevenção, minimização e reabilitação dessas quedas.

4.1 Patologias do envelhecimento que potenciam as quedas

Foram identificadas quatro variáveis que caracterizam as patologias do envelhecimento e que podem provocar quedas na população idosa (neurológicas, músculo-esqueléticas, cardiovasculares e outros tipos de patologias). As patologias do foro neurológico e músculo-esquelético foram as mais referenciadas na literatura analisada. Contudo, as patologias cardiovasculares e outros tipos de patologias, embora com menor incidência do que as neurológicas e músculo-esqueléticas, também tiveram uma incidência considerável de referências (Figura 5) (Tabela 4). A Figura 5 representa graficamente, a identificação dos diferentes tipos de patologias encontradas na análise da literatura, para as quatro variáveis que caracterizam essas patologias, assim como a incidência de referências para cada uma das patologias. Na Tabela 4 estão identificadas todas as referências da literatura para cada patologia, e a percentagem do número de vezes que foram referenciadas.

Dentro das patologias neurológicas, os distúrbios vestibulares/equilíbrio (8 ref.), os acidentes vasculares cerebrais (AVC) (12 ref.), a demência e Parkinson com 9 e 8 referências respetivamente, são as patologias próprias do envelhecimento mais referenciadas na análise da literatura, como potenciadoras de quedas na população idosa (Figura 5) (Tabela 4). Relativamente às patologias músculo-esqueléticas, a osteoporose foi a que teve uma maior incidência de referências (14 referências), seguida da perda de densidade muscular (8 ref.) e das artrites (6 ref.). Problemas nas extremidades inferiores, os pés, e deformidades nas articulações, foram também patologias comuns ao envelhecimento, que podem provocar quedas nas pessoas idosas (Figura 5) (Tabela 4).

As patologias cardiovasculares, como as arritmias (3 referências), a hipotensão ortostática (6 ref.) e a síncope (3 ref.) são também comuns ao aumento ao envelhecimento, e podem causar quedas. Os outros tipos de patologias cardiovasculares foram as mais referenciadas (7 ref.) e incluem as doenças cardiovasculares (Figura 5) (Tabela 4). No que respeita a outros tipos de patologias, foram identificadas nesta análise da literatura, as seguintes patologias típicas do envelhecimento e que podem potenciar quedas: pneumonia e infeções pulmonares (2 referências), diabetes (4 ref.), depressão (4 ref.), e alterações no sono (1 ref.) (Figura 5) (Tabela 4).

São em bastante quantidade e diversidade, as patologias próprias do processo de envelhecimento que podem provocar quedas na população idosa. As quedas são eventos que dependem de múltiplos fatores e podem estar relacionadas com patologias neurológicas, músculo-esqueléticas, cardiovasculares e outros tipos de patologias.

As patologias que potenciam quedas na população idosa, mais referenciadas nesta análise, são também muitas das características anatómicas e fisiológicas próprias do envelhecimento (ver Figura 3). As alterações músculo-esqueléticas, a perda de densidade óssea, alterações biomecânicas e alterações na marcha, são características anatómicas e fisiológicas que potenciam as quedas, sendo, também, das patologias do envelhecimento que mais

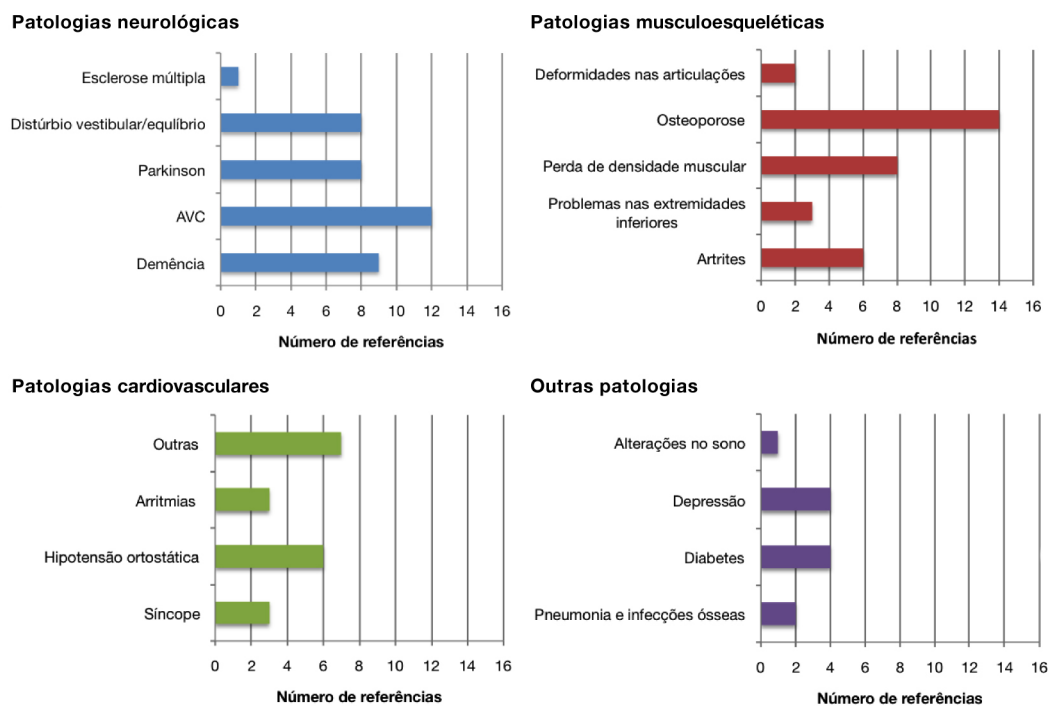


Figura 5 Patologias neurológicas, músculo-esqueléticas, cardiovasculares e outros tipos que potenciam quedas na população idosa. Incidência de referências em publicações científicas, resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

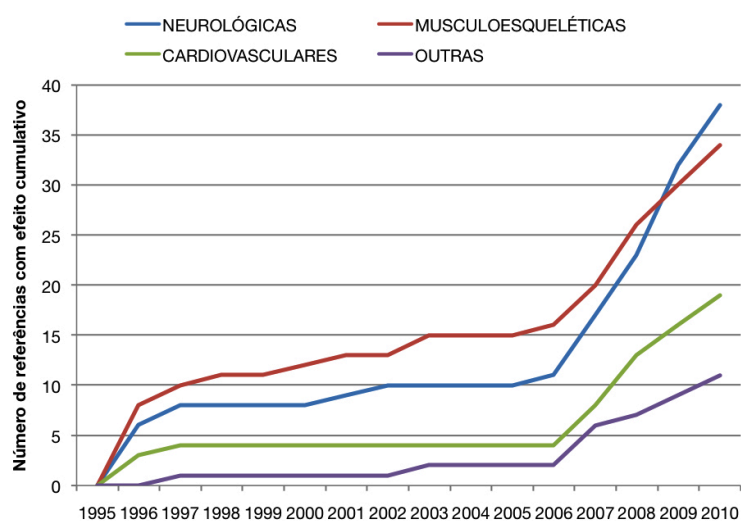


Figura 6 Evolução cumulativa de referências relativas a patologias neurológicas, músculo-esqueléticas, cardiovasculares e outros tipos que potenciam quedas na população idosa. Resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Tabela 4 Identificação de referências das patologias do envelhecimento que potenciam as quedas.

Patologias neurológicas	N (%)	Referências
Demência	9 (9%)	(Lockhart et al., 2009; Moyland et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Formiga et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Odasso et al., 2007)
Acidente vascular cerebral (AVC)	12 (12%)	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Lin et al., 2007; Nyan et al., 2008; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Weerdestyn et al., 2008; Teasell et al., 2002; Yu et al., 2009; Formiga et al., 2008; Kane et al., 2009)
Parkinson	8 (8%)	(Myers et al., 1996; Moyland et al., 2007; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Srygley et al., 2009; Kane et al., 2009)
Distúrbios vestibulares / equilíbrio	8 (8%)	(Moyland et al., 2007; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996; Southard et al., 2005; Pinheiro et al., 2010; Kane et al., 2009; Zur et al., 2006; Gama & Conesa, 2008)
Esclerose múltipla	1 (1%)	(Peterson et al., 2008)
Patologias músculo-esqueléticas		
Artrites	6 (6%)	(Myers et al., 1996; Moyland et al., 2007; Prince et al., 1997; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Formiga et al., 2008)
Problemas nas extremidades inferiores	3 (3%)	(Myers et al., 1996; Moyland et al., 2007; Kane et al., 2009)
Perda de densidade muscular	8 (8%)	(Hayes et al., 1996; Grabiner et al., 2008; Degoe et al., 2003; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Weerdestyn et al., 2008; Worfolk, 1997; Kane et al., 2009)
Osteoporose	14 (14%)	(Hayes et al., 1996; Degoe et al., 2003; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Bonjour et al., 1996; Lehtola et al., 2006; Greenspan et al., 1998; Holzer et al., 2009; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Easterbrook et al., 2010; Stevens & Olson, 2000; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Deformidades nas articulações	2 (2%)	(Moyland et al., 2007; Kane et al., 2009)
Patologias cardiovasculares		
Outras	7 (7%)	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Prince et al., 1997; Kane et al., 2009; Chen et al., 2008; Gama & Conesa, 2008)
Arritmias	3 (3%)	(Myers et al., 1996; Moyland et al., 2007; Gama & Conesa, 2008)
Hipotensão ortostática	6 (6%)	(Moyland et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Kane et al., 2009; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Síncope	3 (3%)	(Moyland et al., 2007; Nyan et al., 2008; Nyan et al., 2008)
Outras patologias		
Pneumonia e infecções ósseas	2 (2%)	(Degoe et al., 2003; Moyland et al., 2007)
Diabetes	4 (4%)	(Moyland et al., 2007; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Formiga et al., 2008)
Depressão	4 (4%)	(Moyland et al., 2007; Prince et al., 1997; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009)
Alterações no sono	1 (1%)	(Moyland et al., 2007)

Nota: As percentagens são referentes às 99 publicações analisadas

potenciam as quedas na população idosa.

A evolução cumulativa de referências a patologias do envelhecimento que potenciam quedas, nos últimos 15 anos, foi uma evolução gradual entre os anos de 1997 e 2006 para todas as variáveis analisadas, havendo durante este período uma maior incidência de referências para as patologias neurológicas e músculo-esqueléticas (Figura 6). A partir do ano de 2006 e até 2010, houve uma evolução de referências muito acentuada para as quatro variáveis (patologias neurológicas, músculo-esqueléticas, cardiovasculares e outras patologias). Contudo, as neurológicas e músculo-esqueléticas foram os tipos de patologias que tiveram um maior crescimento de referências, neste intervalo de tempo.

A Figura 6 mostra que as quatro variáveis de patologias que potenciam quedas têm tido uma incidência de referências na literatura que pode ser agrupada em dois pares. O primeiro par, com mais incidência de referências e com uma evolução paralela até ao ano de 2008, é constituído pelas variáveis neurológicas e músculo-esqueléticas. No entanto,

até ao ano de 2008, a literatura estava mais focada nas patologias músculo-esqueléticas como as principais causadoras de quedas na população idosa. A partir deste ano houve uma inversão de paradigma, a literatura passou a referenciar as patologias neurológicas como as mais potenciadoras de quedas neste tipo de população. O segundo par, constituído pelas patologias cardiovasculares e outros tipos de patologias, com menor incidência de referências, também realizaram um percurso ao longo do tempo em paralelo, sendo as cardiovasculares o tipo de patologias mais referenciadas.

Síntese:

- As principais patologias que potenciam as quedas estão concentradas em quatro variáveis: neurológicas; músculo-esqueléticas; cardiovasculares; e outras patologias.
- As patologias neurológicas e as músculo-esqueléticas têm maior incidência, na possibilidade de promoverem quedas.
- A osteoporose, a perda de densidade muscular e as artrites são as patologias músculo-esqueléticas mais referenciadas.
- As patologias cardiovasculares e a hipotensão propiciam a eventualidade de quedas.
- A depressão e a diabetes são também patologias próprias do envelhecimento que podem provocar a ocorrência de quedas.
- A evolução de referências na literatura nos últimos 15 anos, relativamente a patologias típicas do envelhecimento que podem provocar quedas, foi realizada em dois grandes pares: o das patologias neurológicas e músculo-esqueléticas; e o das cardiovasculares e outros tipos de patologias.

4.2 Causas e fatores de risco das quedas

Este capítulo identifica as múltiplas causas e fatores de risco de quedas na população idosa, e a incidência de referências na análise da literatura para cada uma dessas causas. Os fatores de risco e as causas de quedas são muito diversificados e podem ocorrer vários desses fatores em simultâneo num indivíduo idoso. Devido à diversidade de fatores de risco e causas de quedas, foram agrupados em quatro categorias:

- **Comportamentais**, características das ações humanas, das emoções, ou escolhas diárias.
- **Biológicos**, características dos indivíduos pertinentes ao corpo humano.
- **Ambientais**, interações entre a condição física do indivíduo e o ambiente circundante.
- **Socioeconómicos**, relacionados com a influência das condições sociais e a situação económica dos indivíduos.

Esta categorização é a adoptada pela Organização Mundial de Saúde, em WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age (WHO, 2007) [67].

A sobredosagem de medicação (28 referências) e o medo de cair - sem nunca ter caído, ou após a primeira queda - 25 e 20 ref. respectivamente foram as causas e fatores de risco comportamentais mais referenciadas na literatura analisada (ver Figura 7). A redução da atividade física (14 ref.), a realização de atividades da vida diária (10 ref.) e o consumo de álcool (9 ref.), localizam-se no grupo intermédio de referências às causas e fatores de risco comportamentais das quedas (ver Figura 7). Por fim, e num grupo de causas e fatores de risco comportamentais menos referenciado, mas mais volumoso, o escorregar (6 ref.), os des-

maios e a direcção lateral da queda (4 ref.), o tabagismo e o uso de calçado inadequado (3 ref.), a direcção frontal da queda (2 ref.), e a dificuldade em se vestirem, assim como o nível, ângulo e posição de impacto (1 ref.) são também causas e factores de risco comportamentais de quedas na literatura da especialidade (ver Figura 7).

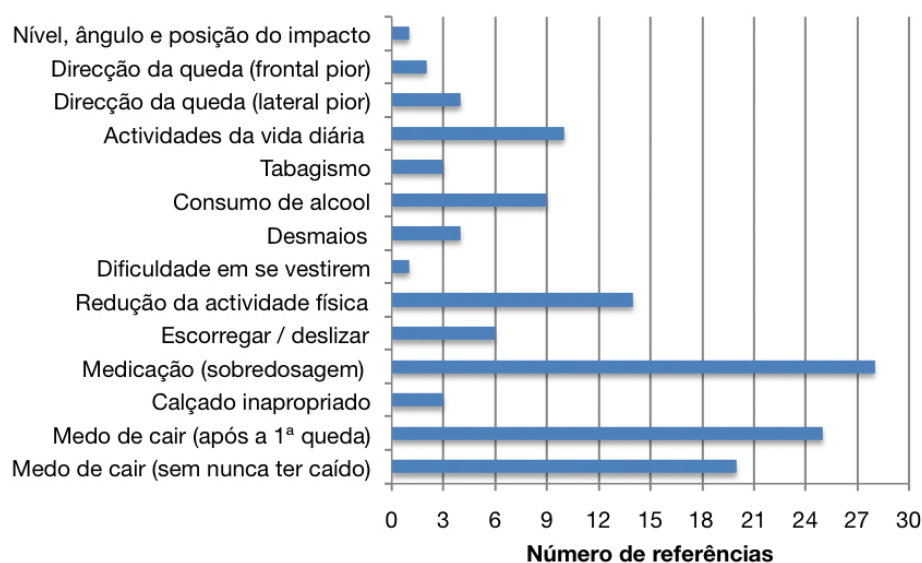


Figura 7 Causas e factores de risco comportamentais das quedas na população idosa. Incidência de referências em publicações científicas, resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Por outro lado, a falta de equilíbrio durante a marcha (29 ref.), a degradação músculo-esquelética e sensorial (23 ref.), a dependência funcional na mobilidade (22 ref.), a incapacidade cognitiva (21 ref.), a idade (17 ref.), e o sexo (com maior incidência no feminino) (16 ref.), foram as causas e factores de risco biológicos, que mais referências obtiveram pela literatura analisada (ver Figura 8). A diminuição da densidade óssea e falta de visão (com 13 ref. cada), as doenças crónicas (12 ref.), a depressão (11 ref.), o acontecimento de tonturas e vertigens (10 ref.), e a diminuição do índice de massa corporal (9 ref.) que enfraquece a capacidade de amortecer e dissipar as forças de impacto, tiveram uma colocação intermédia de referências como causas e factores de risco biológicos (ver Figura 8). Por último, e entre 3 a 4 referências, foram identificados: a incontinência urinária, hipotensão postural, dores, alterações nos tecidos moles, problemas auditivos e o peso do corpo que cai, como causas e factores de risco de quedas biológicos com menor incidência de referências pela literatura analisada (ver Figura 8).

Os ambientes exteriores (14 ref.) e domésticos (15 ref.) inseguros foram as causas e factores de risco ambientais mais referenciados na literatura (ver Figura 9). As quedas de camas hospitalares, as ajudas à mobilidade (ex. andarilhos), a altura da queda e a colisão contra objectos, foram causas e factores de risco ambientais referenciados entre 1 a 2 vezes (ver Figura 9).

Finalmente, as causas e factores de risco socioeconómicos das quedas, como: a falta

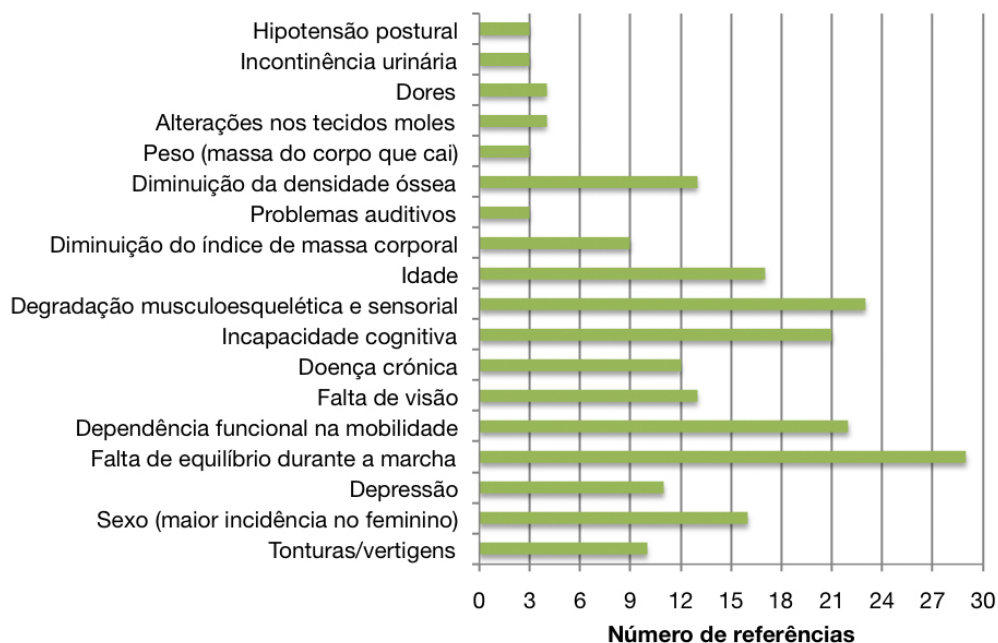


Figura 8 Causas e fatores de risco biológicos das quedas na população idosa. Incidência de referências em publicações científicas, resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

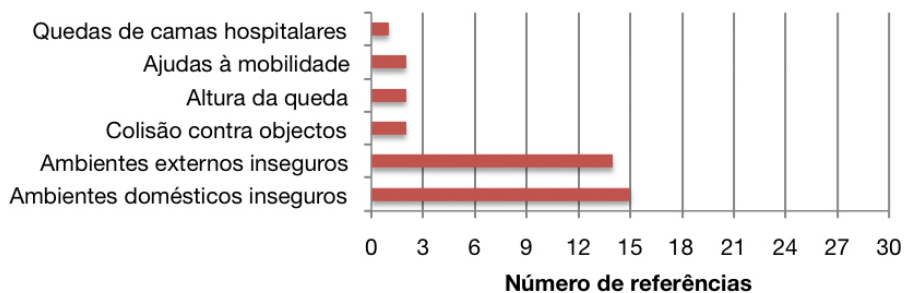


Figura 9 Causas e fatores de risco ambientais das quedas na população idosa. Incidência de referências em publicações científicas, resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

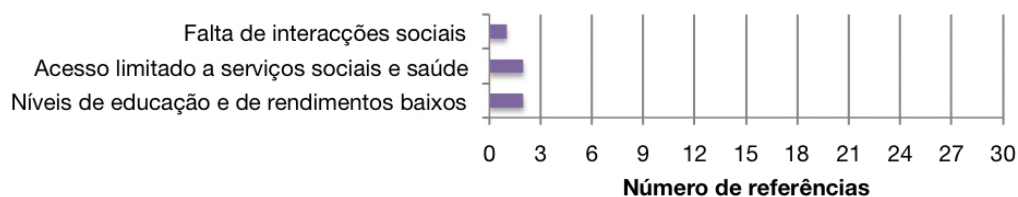


Figura 10 Causas e fatores de risco socioeconómicos das quedas na população idosa. Incidência de referências em publicações científicas, resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

de interações sociais (1 ref.), o acesso limitado a serviços de saúde e sociais (2 ref.) e baixos níveis de educação e rendimentos (2 ref.) obtiveram um número pouco expressivo de referências na literatura, quando comparado com os outros grupos de causas e fatores de risco (ver Figura 10).

Num cenário onde se estabelece um perfil de indivíduo sénior com elevado risco de cair, com base nas causas e fatores de risco mais referenciadas nos quatro grupos, a situação de risco de queda e consequente lesão grave é muito alta. Por exemplo: imagine-se uma mulher com mais de 65 anos, com níveis de educação e de rendimentos baixos e a viver numa habitação com bastantes escadas e tapetes no chão. Para piorar a situação, é portadora de uma doença crónica, a osteoporose, que lhe provoca dores fortes. Para minimizar essas dores está medicada com fármacos, com efeitos secundários que afectam o equilíbrio e na marcha, podendo mesmo provocar tonturas. Neste breve exemplo, podemos perceber como a conjugação de vários factores de risco em simultâneo podem potenciar o risco de quedas.

Na Tabela 5, estão identificadas as referências da literatura, para todas as causas e fatores e risco comportamentais, biológicos, ambientais e socioeconómicos, assim como, o número de vezes que foram referenciadas, em percentagem do total das 99 publicações. Na Figura 11, podemos observar a evolução cumulativa de referências, aos quatro grupos de causas e factores de risco das quedas, que foram descritos.

Os quatro grupos de causas e fatores de risco de quedas para a população idosa tiveram um aumento cumulativo gradual de referências na literatura, no intervalo de tempo entre os anos de 1995 e 2007, com excepção do grupo de causas e fatores de risco socioeconómicos, que teve um aumento de referências praticamente nulo (Figura 11). Foi a partir do ano de 2007 e até 2010, que os grupos de causas e fatores de risco biológicos e comportamentais, tiveram um aumento considerável de referências (Figura 11), como também aconteceu nas patologias que potenciam o envelhecimento depois do ano de 2008 (ver Figura 6). As causas e fatores de risco ambientais foi o grupo que cresceu de uma forma menos acentuada, em relação às causas e fatores comportamentais e biológicos, com um crescimento, para os 16 anos analisados, entre o intervalo de 0 a 45 referências (Figura 11).

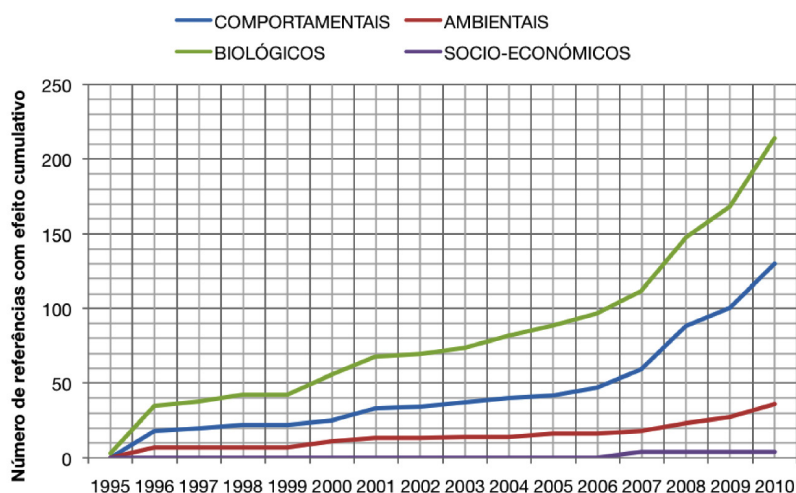


Figura 11 Evolução cumulativa de referências, relativas às causas e fatores de risco comportamentais, biológicos, ambientais e socioeconómicos das quedas na população idosa. Resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Tabela 5 Identificação de referências e percentagem de incidência das causas e fatores de risco das quedas.

Comportamentais	N (%)	Referências
Nível, ângulo e posição do impacto	1%	(Lauritzen, 1996)
Direção da queda (frontal pior)	2%	(Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003)
Direção da queda (lateral pior)	4%	(Hayes et al., 1996; Degoede et al., 2003; Greenspan et al., 1998; Melton, 1996)
Atividades da vida diária	10%	(Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Pinheiro et al., 2010; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Kaptoge et al., 2007; Formiga et al., 2008; Larson & Bergman, 2008; Fletcher et al., 2010; Ho et al., 1996)
Tabagismo	3%	(Myers et al., 1996; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010)
Consumo de álcool	9%	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Allander et al., 1998; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010)
Desmaios	4%	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Nyan et al., 2008; Kane et al., 2009)
Dificuldades em se vestirem	1%	(Myers et al., 1996)
Redução da atividade física	14%	(Myers et al., 1996; Grabiner et al., 2008; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Laybourne et al., 2008; Teasell et al., 2002; Yu et al., 2009; Tromp et al., 2001; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Larson & Bergman, 2008; Stevens & Olson, 2000; Fletcher et al., 2010)
Escorregar / Deslizar	6%	(Lockhart et al., 2009; Lockhart et al., 2003; Grabiner et al., 2008; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996; Kane et al., 2009)
Medicação (sobredosagem)	28%	(McClure et al., 2010; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Nyan et al., 2008; Blyth et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Yu et al., 2009; Tromp et al., 2001; Formiga et al., 2008; Oliver et al., 2010; Rubenstein et al., 2005; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Larson & Bergman, 2008; Stevens & Olson, 2000; Chen et al., 2008; Nieuwenhuizen et al., 2010; Varas-Fabra et al., 2006; Odasso et al., 2007; Gama & Conesa, 2008; Chang et al., 2010)
Calçado inadequado	3%	(McClure et al., 2010; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007)
Medo de cair (após a primeira queda)	26%	(Scheffer et al., 2008; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Peterson et al., 2008; Southard et al., 2005; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Miller, 2001; Tromp et al., 2001; Abolhassant et al., 2006; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007; Jung, 2008; Larson & Bergman, 2008; Nieuwenhuizen et al., 2010; Varas-Fabra et al., 2006; Kinirons et al., 2006; Tirado, 2010; Keskin et al., 2008; Fletcher et al., 2010; Faes et al., 2010)
Medo de cair (sem nunca ter caído)	20%	(Scheffer et al., 2008; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Peterson et al., 2008; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Vellas et al., 1997; Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Yelnik & Bonan, 2008; Miller, 2001; Tromp et al., 2001; Kane et al., 2009; Jung, 2008; Larson & Bergman, 2008; Kinirons et al., 2006; Tirado, 2010; Fletcher et al., 2010; Faes et al., 2010)
Biológicos		
Hipotensão postural	3%	(Oliver et al., 2010; Easterbrook et al., 2010; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Incontinência urinária	3%	(Oliver et al., 2010; Kane et al., 2009; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Dores	4%	(Blyth et al., 2007; Canning et al., 2009; Kannus et al., 2005; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Alterações nos tecidos moles	4%	(Degoede et al., 2003; Nyan et al., 2008; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996)
Peso (massa do corpo que cai)	3%	(Hayes et al., 1996; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010;]
Diminuição da densidade óssea	13%	(Hayes et al., 1996; Degoede et al., 2003; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Lehtola et al., 2006; Greenspan et al., 1998; Kanis et al., 2000; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Problemas auditivos	3%	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Pinheiro et al., 2010)
Diminuição do índice de massa corporal	9%	(Myers et al., 1996; Lauritzen, 1996; Stel et al., 2004; Choi et al., 2010; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Stevens & Olson, 2000; Ho et al., 1996)
Idade	17%	(Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Yu et al., 2009; Kaptoge et al., 2007; Rubenstein et al., 2005; Kanis et al., 2000; Choi et al., 2010; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; Nieuwenhuizen et al., 2010; Church et al., 2011; Varas-Fabra et al., 2006)
Degradação músculo-esquelética e sensorial	23%	(Lockhart et al., 2009; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003; Moyland et al., 2007; Peterson et al., 2008; Blyth et al., 2007; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Weerdestyn et al., 2008; Srygley et al., 2009; Oliver et al., 2010; Rubenstein et al., 2005; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; Varas-Fabra et al., 2006; Gama & Conesa, 2008)

(Continua)

Tabela 5 Continuação

Incapacidade cognitiva	21%	(Lockhart et al., 2009; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2008; Prince et al., 1997; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Teasell et al., 2002; Tromp et al., 2001; Srygley et al., 2009; Formiga et al., 2008; Chan et al., 2000; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; O'Halloran et al., 2007; Chen et al., 2008; Gama & Conesa, 2008; Fletcher et al., 2010)
Doença crónica	12%	(McClure et al., 2010; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Yu et al., 2009; Srygley et al., 2009; Kane et al., 2009; World Health Organization, 2007; Chen et al., 2008; Gama & Conesa, 2008)
Falta de visão	13%	(McClure et al., 2010; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Tromp et al., 2001; Chan et al., 2000; Easterbrook et al., 2010; Nieuwenhuizen et al., 2010; Zur et al., 2006; Gama & Conesa, 2008)
Dependência funcional na mobilidade	22%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Grabiner et al., 2008; Moyland et al., 2007; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Tromp et al., 2001; Formiga et al., 2008; Kannus et al., 2005; Greenspan et al., 1998; Chan et al., 2000; World Health Organization, 2010; Larson & Bergman, 2008; Stevens & Olson, 2000; Chen et al., 2008; Nieuwenhuizen et al., 2010; Church et al., 2011; Varas-Fabra et al., 2006; Hendrich et al., 1995; Fletcher et al., 2010; Menz et al., 2006)
Falta de equilíbrio durante a marcha	29%	(Scheffer et al., 2008; McClure et al., 2010; Lockhart et al., 2009; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003; Moyland et al., 2007; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Southard et al., 2005; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Muir et al., 2010; Srygley et al., 2009; Allander et al., 1998; Rubenstein et al., 2005; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2010; Larson & Bergman, 2008; Gama & Conesa, 2008; Honeycutt & Ramsey, 2002; Fletcher et al., 2010)
Depressão	11%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Tromp et al., 2001; Allander et al., 1998; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Hendrich et al., 1995)
Sexo (maior incidência no feminino)	16%	(Scheffer et al., 2008; McClure et al., 2010; Coimbra et al., 2010; Blyth et al., 2007; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Yu et al., 2009; Lehtola et al., 2006; Kannus et al., 2005; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; World Health Organization, 2007; Varas-Fabra et al., 2006; Venegas et al., 2010; Nieuwenhuizen et al., 2010)
Tonturas / Vertigens	10%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Tromp et al., 2001; Allander et al., 1998; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Hendrich et al., 1995; Ho et al., 1996)
Ambientais		
Quedas de camas hospitalares	1%	(Hilbe et al., 2010)
Ajudas à mobilidade	2%	(Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010)
Altura da queda	2%	(Hayes et al., 1996; Degoede et al., 2003)
Colisão contra objetos	2%	(Myers et al., 1996; Grabiner et al., 2008)
Ambientes externos inseguros	14%	(McClure et al., 2010; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Yu et al., 2009; Rubenstein et al., 2005; Demura et al., 2010; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Stevens & Olson, 2000; Gama & Conesa, 2008)
Ambientes domésticos inseguros	15%	(McClure et al., 2010; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Rubenstein et al., 2005; Pynoos et al., 2010; Demura et al., 2010; Chan et al., 2000; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; Larson & Bergman, 2008; Stevens & Olson, 2000; Gama & Conesa, 2008)
Socioeconómicos		
Falta de interações sociais	1%	(World Health Organization, 2007)
Acesso limitado a serviços sociais e de saúde	2%	(World Health Organization, 2007; Varas-Fabra et al., 2006)
Níveis de educação e rendimentos baixos	2%	(World Health Organization, 2007; Varas-Fabra et al., 2006)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas

Síntese:

- As causas e fatores de risco das quedas na população idosa são muito diversos. Um indivíduo sénior pode estar sujeito a várias dessas causa e fatores em simultâneo.
- Dada a sua diversidade as causas e fatores de risco podem ser categorizadas em, com-

portamentais, biológicos, ambientais e socioeconômicos.

- As causas e fatores de biológicos, são os que obtiveram maior incidência de referências pela literatura analisada, assim como, o maior número de causas e fatores identificados. De salientar, a falta de equilíbrio durante a marcha, degradação músculo-esquelética e sensorial e a dependência funcional na mobilidade.
- As causas e fatores de risco comportamentais são o segundo maior grupo, em referências pela literatura e fatores identificados. A sobredosagem de medicação, o medo de cair e a redução da atividade física são as causas e fatores comportamentais mais referenciados.
- Para os fatores de risco ambientais, a insegurança em ambientes domésticos e exteriores são os mais referenciados.
- As causas e fatores de risco socioeconômicos tiveram pouca representatividade na literatura analisada.

4.3 Consequências físicas das quedas

As quedas na população idosa podem acarretar consequências físicas indesejáveis, que podem ser, de maior, ou menor gravidade para o indivíduo que cai. Devido à grande diversidade e heterogeneidade (23 consequências referenciadas) dessas consequências, identificadas na análise da literatura, foram criadas quatro categorias (ver Tabela 6) para a globalidade dessas consequências: as fraturas; as contusões; as lesões e outras consequências físicas provenientes de quedas na população idosa.

As fraturas, foram o tipo de consequências físicas das quedas na população idosa com mais incidência de diferentes tipos fraturas e de referências, seguida das lesões e outros tipos de consequências físicas. A categoria com menos incidência de consequências físicas e de referências foi a das contusões (Tabela 6).

Na Tabela 6 estão identificadas as referências da literatura para todas as consequências físicas das quedas na população idosa, assim como o número de vezes que foram referenciadas em percentagem, do total das 99 publicações.

As fraturas, como consequência de quedas, ocorrem em todas as regiões do corpo (cabeça, pescoço, tronco, membros superiores e inferiores). No entanto, a fratura da anca e as fraturas indiferenciadas são as mais referenciadas pela literatura, com 33% e 24% de incidência respectivamente (ver Tabela 6).

A Figura 12 representa a evolução cumulativa de referências na literatura, entre os anos de 1995 e 2010, relativas às consequências físicas das quedas na população idosa. Como as fraturas foram a categoria mais referenciada e com mais incidência de fraturas diferentes, na Figura 12 podemos ver a evolução cumulativa das categorias como as contusões, lesões e outras consequências, assim como, três grandes grupos de fraturas: a fratura da anca, as fraturas ósseas indiferenciadas e outras fraturas. Neste último grupo, foram englobados todos os outros tipos de fraturas referenciadas pela literatura.

As fraturas são as consequências físicas das quedas mais referenciadas, sendo a fratura da anca aquela com mais incidência de referências, seguida das fraturas ósseas indiferenciadas e de outros tipos de fraturas. Foram referenciadas com menor incidência as contusões, as lesões e outros tipos de consequências. Dentro do período de tempo analisado, o número de referências destas três últimas categorias situou-se entre as 0 e as 4 referências, o que em comparação com as fraturas (até 33 referências), apresenta uma incidência pouco significativa (ver Figura 12).

A partir dos anos de 2005 e início de 2007 e até ao ano de 2010, houve um crescimento bastante acentuado de referências, que indicam as fraturas (anca 33 ref., indiferenciadas

Tabela 6 Identificação de referências e percentagem das consequências físicas das quedas.

Fracturas	N (%)	Referências
Fractura da anca	33%	(Stevens & Sogolow, 2008; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Degoele et al., 2003; Moyland & Binder, 2007; Peterson et al., 2008; Nyan et al., 2008; Prince et al., 1997; Lauritzen et al., 1996; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Kaptoge et al., 2009; Bonjour et al., 1996; Abolhassani et al., 2006; Formiga et al., 2008; Allander et al., 1998; Greenspan et al., 1998; Choi et al., 2010; Holzer et al., 2009; Choi et al., 2010; Derler et al., 2005; Ledsham et al., 2006; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Nyan et al., 2008; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; O'Halloran et al., 2007; Venegas et al., 2010; Zur et al., 2006)
Fracturas ósseas indiferenciadas	24%	(Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Degoele et al., 2003; Prince et al., 1997; Lauritzen et al., 1996; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Teasell et al., 2002; Yu et al., 2009; Tromp et al., 2001; Lehtola et al., 2006; Formiga et al., 2008; Kannus et al., 2005; Oliver et al., 2010; Boonen et al., 2008; Nyan et al., 2008; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007; Svanstrom et al., 1996; Weilemann et al., 2008; Varas-Fabra et al., 2006; Venegas et al., 2010; Keskin et al., 2008)
Fracturas dos membros superiores	3%	(Degoele et al., 2003; Lauritzen et al., 1996; Lord et al., 2007)
Fracturas no tronco	4%	(Degoele et al., 2003; Lauritzen et al., 1996; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007)
Fracturas no pescoço	4%	(Degoele et al., 2003; Nyan et al., 2008; Nyan et al., 2008; Lord et al., 2007)
Fracturas no tórax	1%	(Weilemann et al., 2008)
Fracturas trocântéricas e femoral	5%	(Nyan et al., 2008; Lauritzen et al., 1996; Nyan et al., 2008; Kane et al., 2009; Svanstrom et al., 1996)
Fractura do úmero	2%	(Lauritzen et al., 1996; Kane et al., 2009)
Fractura do joelho	1%	(Lauritzen et al., 1996)
Contusões		
Contusões com perda de sangue	1%	(Stel et al., 2004)
Contusões e abrasões	3%	(Teasell et al., 2002; Kannus et al., 2005; Lord et al., 2007)
Contusões na cabeça	9%	(Coimbra et al., 2010; Degoele et al., 2003; Moyland & Binder, 2007; Peterson et al., 2008; Stel et al., 2004; Yu et al., 2009; Tromp et al., 2001; Kannus et al., 2005; Nyan et al., 2008)
Lesões		
Lesões nas extremidades inferiores	3%	(Peterson et al., 2008; Teasell et al., 2002; Kane et al., 2009)
Lesões nas extremidades superiores	5%	(Degoele et al., 2003; Peterson et al., 2008; Prince et al., 1997; Lauritzen et al., 1996; Teasell et al., 2002)
Lesões nos cotovelos	2%	(Degoele et al., 2003; Lauritzen et al., 1996)
Lesões nos pulsos	4%	(Degoele et al., 2003; Lauritzen et al., 1996; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007)
Lesões traumáticas cerebrais	4%	(Degoele et al., 2003; Stel et al., 2004; Teasell et al., 2002; World Health Organization, 2007)
Lesões nos tecidos moles	6%	(Degoele et al., 2003; Peterson et al., 2008; Yu et al., 2009; Lehtola et al., 2006; Kannus et al., 2005; Kane et al., 2009)
Outras		
Hematomas	1%	(Kane et al., 2009)
Dores	2%	(Stel et al., 2004; Kannus et al., 2005)
Entorses	3%	(Degoele et al., 2003; Stel et al., 2004; Kannus et al., 2005)
Luxações	5%	(Degoele et al., 2003; Stel et al., 2004; Layborne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Tromp et al., 2001)
Lacerações	7%	(Peterson et al., 2008; Stel et al., 2004; Teasell et al., 2002; Yu et al., 2009; Kannus et al., 2005; Nyan et al., 2008; Lord et al., 2007)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas

24 ref. e outras 20 ref.) como consequência física das quedas neste tipo de população (ver Figura 12).

Sendo então, a categoria das fraturas a com maior incidência de consequências físicas, assim como de referências ao longo dos últimos 16 anos, a Figura 13 indica a incidência e comparação de referências, para todos os diferentes tipos de fraturas encontrados na literatura analisada e compara essa incidência em quatro intervalos de tempo (1995-1998, 1999-2002, 2003-2006 e 2007-2010).

Verifica-se que o intervalo entre os anos de 2007 e 2010 é aquele com o maior número de referências, sendo a fractura da anca com 18 referências, as fracturas ósseas indifferen-

ciadas com 13 referências, as fraturas do pescoço, da região trocantérica e femoral com 3 referências, são aquelas com mais incidência (ver Figura 13).

Podemos também verificar que a fratura do joelho foi somente referenciada como consequência física das quedas, no intervalo entre os anos de 1995 e 1998. Relativamente ao intervalo entre os anos de 1999 e 2002, só as fraturas da anca e as indiferenciadas é que são referenciadas pela literatura analisada, e com valores pouco significativos, 1 e 2 referências respectivamente. A Figura 13 demonstra também, que os intervalos de tempo entre os anos de 1995 e 1998, e o entre 2007 e 2010, foram aqueles com maior incidência de referências na globalidade das consequências físicas identificadas.

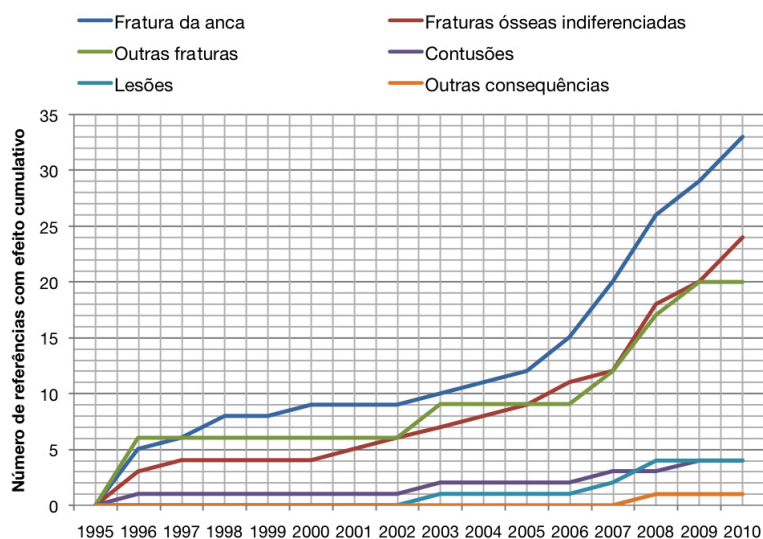


Figura 12 Evolução cumulativa de referências, relativas às consequências físicas das quedas na população idosa. Resultado da análise à literatura entre os anos de 1995 e 2010

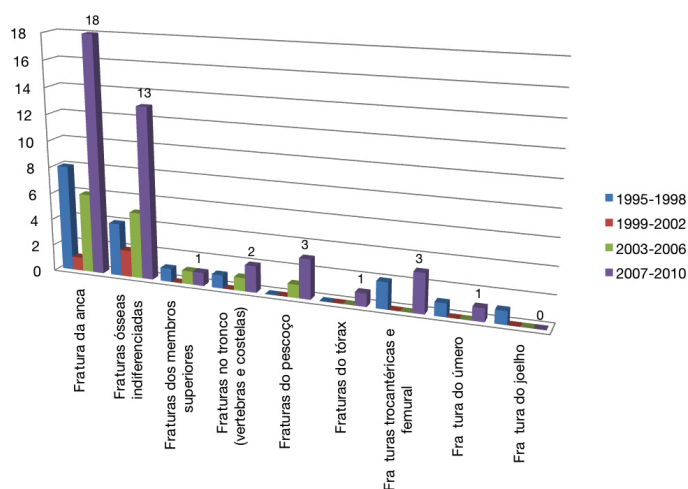


Figura 13 Incidência e comparação de referências para os diferentes tipos de fraturas ósseas em quatro intervalos de tempo.

Síntese:

- As consequências físicas das quedas na população idosa são muito heterogêneas e podem ser categorizadas em quatro grupos: fraturas, lesões, contusões e outros tipos.
- As fraturas são as consequências com maior incidência de referências, destacando-se as fraturas da anca e as fraturas ósseas indiferenciadas.
- As contusões na cabeça devido a quedas foi a consequência física na categoria de contusões com maior incidência de referências, seguida de abrasões. A menos referenciada foram as contusões com perda de sangue.
- No caso da categoria das lesões, a incidência de referências na literatura é mais homogênea do que nas outras categorias. As lesões mais referenciadas foram, nas extremidades superiores e nos tecidos moles. As lesões nos cotovelos são as que tiveram menos incidência de referências.
- Para os outros tipos de consequências, as lacerações e as luxações foram as mais referenciadas na literatura. Nesta categoria os entorses, as dores e os hematomas foram também identificados na literatura, mas com menor incidência.
- De 2007 até 2010, foi o período de tempo com maior aumento da incidência de referências, para as quatro categorias de consequências físicas.

4.4 Efeitos fisiológicos das quedas

Foram identificados, na análise da literatura, sete efeitos fisiológicos das quedas na população idosa. Os dois efeitos com maior incidência de referências foram: a morte e morbilidade com 19 referências e, o declínio funcional com 18 referências. Os terceiro e quarto efeitos mais referenciados foram, a inatividade com 13 referências e a consequente dependência funcional e perda de autonomia com 12 referências. Os últimos três efeitos menos referenciados foram, a depressão com 9 referências, a perda de autoconfiança e a perda de autoeficácia, com 5 e 2 referências respectivamente (Figura 14).

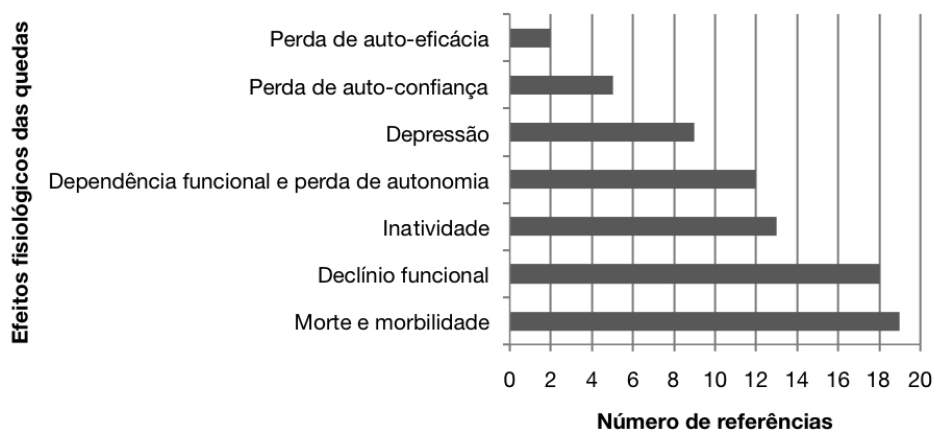


Figura 14 Identificação e incidência de referências em publicações científicas dos efeitos fisiológicos das quedas na população idosa. Análise da literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Os efeitos fisiológicos das quedas, nos idosos identificados nesta análise, se forem colocados numa ordem decrescente do número de vezes que foram referenciados (Tabela 7), podem indicar um raciocínio lógico de um possível percurso causa-efeito após uma queda. Se não vejamos: a possibilidade de morte ou morbidade depois de uma queda pode ter consequências negativas no estado funcional do indivíduo que cai, potenciando o declínio da sua capacidade funcional. Se a capacidade funcional (física, cognitiva ou psicológica) do indivíduo que cai, fica diminuída, muito provavelmente originará um aumento da inatividade, assim como, da sua capacidade de ser autónomo e poder viver com normalidade. O estado de incapacidade física, de dependência funcional que retraem a capacidade de estar activo e participar nas actividades da vida diária potenciam o aparecimento de depressões que poderão inibir a autoconfiança e autoeficácia.

Síntese:

- Os efeitos fisiológicos das quedas na população idosa, identificados na literatura, foram a morte, morbidade, declínio funcional, inatividade, dependência funcional e perda de autonomia, depressão, e a perda de autoconfiança e eficácia.
- A morte e a morbidade são os efeitos fisiológicos das quedas na população idosa mais referenciados na literatura analisada, juntamente com o declínio funcional das pessoas que caem. A inatividade, a perda de autonomia e a depressão, são os efeitos fisiológicos que se seguem em número de referências. Os que tiveram menos referências foram a perda de autoconfiança e autoeficácia.
- A literatura analisada, no que se refere aos efeitos fisiológicos das quedas, demonstrou que os efeitos identificados estão interligados numa relação de causa-efeito, ou seja, a existência de uns potencia o aparecimento de outros.

Tabela 7 Identificação de referências e percentagem dos efeitos fisiológicos das quedas

Efeitos fisiológicos das quedas	N (%)	Referências
Morte ou morbidade	19%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Peterson et al., 2008; Prince et al., 1997; Pinheiro et al., 2010; Kannus et al., 2005; Rubenstein & Josephson, 2005; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Kane et al., 2009; Lord et al., 2007; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; Chen et al., 2008; Odasso et al., 2007; Gama & Conesa, 2008; Michael et al., 2010)
Declínio funcional	18%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2010; Moyland & Binder, 2007; Prince et al., 1997; Lauritzen et al., 1996; Stel et al., 2004; Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Miller et al., 2001; Kannus et al., 2005; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Stevens & Olson, 2000; Varas-Fabra et al., 2006; Tirado, 2010)
Inatividade	13%	(Scheffer et al., 2008; Coimbra et al., 2010; Moyland & Binder, 2007; Blyth et al., 2007; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Stel et al., 2004; Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Miller et al., 2001; Tromp et al., 2001; Kannus et al., 2005; Lord et al., 2007)
Dependência funcional e perda de autonomia	12%	(Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Miller et al., 2001; Tromp et al., 2001; Kannus et al., 2005; Melton, 1996; Kane et al., 2009; World Health Organization, 2007; Stevens & Olson, 2000; Varas-Fabra et al., 2006; Tirado, 2010)
Depressão	9%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Kannus et al., 2005; World Health Organization, 2007)
Perda de autoconfiança	5%	(Scheffer et al., 2008; Hayes et al., 1996; Kannus et al., 2005; Kane et al., 2009; Tirado, 2010)
Perda de autoeficácia	2%	(Scheffer et al., 2008; Laybourne et al., 2008)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas

4.5 Prevenção, minimização e reabilitação das quedas

O estado da arte das publicações analisadas nos últimos 15 anos, relativamente às estratégias e mecanismos de prevenção, reabilitação e minimização das quedas na população idosa, indica que são muitas e diversas as acções levadas a cabo neste sentido. Neste estudo foram identificados 47 tipos de intervenções, que direta ou indiretamente, têm no seu foco o problema das quedas na população idosa. Este elevado número de intervenções foi categorizado em dois tipos: o primeiro, é constituído por: intervenções de carácter físico (intervenções relacionadas com o corpo e a mente), ambientais (intervenções relacionadas com o espaço envolvente) e intervenções comportamentais (relacionadas com a participação em atividades). O segundo tipo categorizado foi constituído através da distribuição de todas as intervenções de ordem física, ambiental e comportamental, pelos três momentos associados a uma queda. O momento que antecede a queda (intervenções para prevenção de quedas), o momento durante a queda (intervenções para minimização das consequências das quedas) e o momento após a queda (intervenções relacionadas com a reabilitação de possíveis consequências depois da queda).

As Tabelas 8, 9 e 10 identificam as intervenções de ordem física, ambiental e comportamentais relacionadas com quedas, assim como, a percentagem de incidência de referências na análise da literatura, a que se refere o presente estudo. Nas Tabelas 8, 9 e 10, podemos também encontrar para cada tipo de intervenção física, ambiental e comportamental, em que momentos da queda (antes, durante e depois da queda) estes tipos de intervenção podem ser aplicados.

As de ordem física (Tabela 8) são aquelas que comportam o maior número de intervenções (23 tipos). Destas intervenções destacam-se, os sistemas de revestimento para protecção da anca com 15% de incidência de referências; o ajustamento da medicação com 16% de incidência; e a utilização de programas de nutrição com reforço de cálcio e vitamina D, com 10% de referências. Entre os 5% e os 10% de referências, o único tipo de intervenção, são as ajudas à mobilidade como as ajudas técnicas. Com menos de 5% de incidência de referências foram aqui identificados o maior número de intervenções físicas, sendo o aumento da massa óssea através de exercícios físicos, a utilização de calçado apropriado, sistemas de preenchimento das zonas de impacto para atenuação de forças e de detecção do pré-impacto, algumas das intervenções físicas mais referenciadas.

No que diz respeito às intervenções ambientais (Tabela 9), foram estas que registaram uma menor incidência de diferentes tipos de intervenções (9 tipos). Neste caso, a intervenção ambiental com maior incidência de referências foi: modificações no ambiente edificado e doméstico, de forma a reduzir o risco de quedas, com uma incidência de 10% das referências. Seguiu-se, com 4% de incidência, a remoção de obstáculos no ambiente doméstico. Estes dados indicam que o principal foco de acção, relativo a intervenções de ordem ambiental, tem como base a reestruturação espacial das nossas habitações e dos espaços públicos. O desenvolvimento, a colocação e a escolha do mobiliário, ou do equipamento (doméstico e urbano) nas nossas casas e cidades, deve ter um carácter mais inclusivo e amigo das pessoas com incapacidades próprias do processo de envelhecimento. Por fim, com 1% de incidência de referências, foram identificadas intervenções ambientais como: utilização de pisos de borracha para protecção ao impacto; sistemas de iluminação apropriada às necessidades visuais dos idosos; avaliação dos riscos pós-queda em ambientes domésticos; controlo e acompanhamento doméstico por profissionais especializados; entre outros.

Finalmente, as intervenções comportamentais (Tabela 10), ficam situadas, no espaço intermédio entre as intervenções físicas e as ambientais, com 15 tipos de intervenções diferentes. Nesta categoria, a intervenção com maior incidência de referências (19%) foi a

Tabela 8 Identificação de referências e percentagem de incidência das intervenções de ordem física para prevenção, minimização e reabilitação das quedas na população idosa.

Intervenções físicas	Pr	Mi	Re	N (%)	Referências
- Programas de prevenção de lesões para pessoas com > 60 anos.	x			2%	(McClure et al., 2010; Kannus et al., 2005)
- Utilização de calçado apropriado.	x		x	4%	(McClure et al., 2010; Kannus et al., 2005; Boonen et al., 2008; Easterbrook et al., 2010)
- Sistemas de preenchimento para atenuar as forças de impacto.		x		3%	(Hayes et al., 1996; Degoeede et al., 2003; Kannus et al., 2005)
- Sistemas de revestimento de proteção da anca podem reduzir o risco de fratura em caso de queda.		x		15%	(Hayes et al., 1996; Lauritzen, 1996; Pinheiro et al., 2010; Kannus et al., 2005; Oliver et al., 2010; Choi et al., 2010; Holzer et al., 2009; Choi et al., 2010; Derler et al., 2005; Chan et al., 2000; Ledsham et al., 2006; Boonen et al., 2008; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2010; O'Halloran et al., 2007)
- Ajudas à mobilidade (ajudas técnicas).	x	x	x	5%	(Peterson et al., 2008; Greenspan et al., 1998; Boonen et al., 2008; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2010)
- Sistema de proteção através de airbags embebidos em roupa.		x		3%	(Lin et al., 2007; Nyan et al., 2008; Nyan et al., 2008)
- Sistemas de deteção do pré-impacto da queda de forma a minimizar as lesões.		x	x	3%	(Nyan et al., 2008; Kannus et al., 2005; Nyan et al., 2008)
- Sistemas de estimulação cardíaca artificiais (ex. pacemaker)	x			1%	(Kannus et al., 2005)
- Ajustamento da medicação.	x		x	16%	(Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Moyland & Binder, 2007; Pinheiro et al., 2010; Weerdestyn et al., 2008; Yu et al., 2009; Kannus et al., 2005; Oliver et al., 2010; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Larson & Bergmann, 2008; Stevens & Olson, 2000; Chang et al., 2010)
- Aumento e manutenção da massa e força óssea, através de exercícios localizados.	x	x		4%	(Hayes et al., 1996; Grabiner et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Oliver et al., 2010)
- A contração excêntrica dos quadríceps (femoral) e outros músculos das extremidades inferiores.	x	x		1%	(Hayes et al., 1996)
- Estudo dos fatores de risco de síncope.	x			1%	(Nyan et al., 2008)
- Capacidade de limitar o movimento do tronco como forma de evitar quedas.	x			2%	(Grabiner et al., 2008; Degoeede et al., 2003)
- Intervenção ao nível da visão (ex. realização de cirurgia às cataratas).	x			4%	(Kannus et al., 2005; Sturmeiks & Tiedemann, 2008; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2010)
- Desenvolver modelos de quiroprática (tratamento de certas doenças por manipulação das vértebras).	x			1%	(Larson & Bergmann, 2008)
- Preparação da cabeça, tronco e extremidades para um nível de contração muscular, antes do impacto, que minimize o risco de lesões, ou fracturas.	x	x		1%	(Degoeede et al., 2003)
- Melhorar a mobilidade articular.	x	x	x	1%	(Larson & Bergmann, 2008)
- Programas de prevenção de quedas com base em exercícios (generalizados dentro do Serviço Nacional de Saúde Inglês) de força e equilíbrio.	x			1%	(Laybourne et al., 2008)
- Utilização de programas de nutrição adequada (cálcio e Vitamina D).	x	x	x	10%	(Hayes et al., 1996; Moyland & Binder, 2007; Pinheiro et al., 2010; Bonjour et al., 1996; Kannus et al., 2005; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2010; Michael et al., 2010)
- Programa de exercícios desenvolvido para pessoas com falta de equilíbrio e fraqueza muscular dos membros inferiores (WEBB Weight-Bearing Exercise for Better Balance).	x		x	2%	(Canning et al., 2009; Weerdestyn et al., 2008)
- Programas de investigação de contenção física relacionada com quedas e estratégias de prevenção de fracturas.	x			3%	(Nyan et al., 2008; Hill et al., 2009; Nyan et al., 2008)
- Análise biomecânica das quedas.	x	x	x	2%	(Grabiner et al., 2008; Degoeede et al., 2003)
- Recorrer ao uso de testes ósseo dinâmicos.	x			1%	(Hayes et al., 1996)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas. Pr (prevenção), Mi (minimização), Re (reabilitação)

realização de atividades e exercícios físicos. As utilização de métodos de reabilitação com base no treino da marcha, assim como a atenuação de fatores de risco de quedas múltiplos, com uma incidência de referências de 13% e 9% respectivamente, foram também tipos de intervenções comportamentais a que é dada relevância.

Tabela 9 Identificação de referências e percentagem de incidência das intervenções de ordem ambiental para prevenção, minimização e reabilitação das quedas na população idosa.

Intervenções ambientais	Pr	Mi	Re	N (%)	Referências
- Remoção de obstáculos no ambiente doméstico.	x			4%	(Myers et al., 1996; Peterson et al., 2008; Hill et al., 2009; Kane et al., 2009)
- Utilização de sistemas presos ao tecto e seguros nas pessoas através de um arnés.	x			1%	(Hayes et al., 1996)
- Utilização de tapetes com alguma espessura pode reduzir as forças de impacto em caso de queda.		x		1%	(Hayes et al., 1996)
- Pisos de borracha elástica que apresentam maior rigidez com cargas de marcha do que quando carregados pelo impacto de uma queda.		x		1%	(Hayes et al., 1996)
- Modificações no ambiente edificado e doméstico de forma a reduzir o risco de queda.	x			10%	(Hill et al., 2009; Abolhassani et al., 2006; Kannus et al., 2005; Sturmeiks & Tiedemann, 2008; Pynoos et al., 2010; Boonen et al., 2008; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Stevens & Olson, 2000)
- Sistemas de iluminação apropriados às necessidades visuais dos seniores.	x			1%	(Easterbrook et al., 2010)
- Utilização de pisos antiderrapantes.	x			1%	(Easterbrook et al., 2010)
- Avaliação dos riscos pós-queda em ambiente doméstico.			x	1%	(Kannus et al., 2005)
- Controlo e acompanhamento doméstico por enfermeiros.	x		x	1%	(Kane et al., 2009)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas. Pr (prevenção), Mi (minimização), Re (reabilitação)

A avaliação de fatores de risco e comportamentos das pessoas que estão em risco de cair, com 5% de incidência; recorrer a mecanismos que caracterizem a marcha associada às alterações cognitivas do envelhecimento, com 4% de incidência; estratégia para modificar comportamentos potenciais de quedas, com 5% de incidência; ou dispositivos de alerta de comportamentos de queda com 3%, são outros tipos de intervenções comportamentais identificadas na análise da literatura (Tabela 10). Foram também identificados outros tipos de intervenções de âmbito comportamental, embora com uma incidência de apenas uma referência, como intervenções que ensinem os idosos a cair de forma mais segura; aumentar comportamentos de segurança na participação em atividades sociais, ou da vida diária; avaliação de riscos profissionais que possam levar a quedas; mensagens de prevenção de quedas fornecidas por profissionais da saúde; ou até mesmo, nunca cair sobre o braço esticado.

Na Figura 15 está representada a incidência do número de referências, na análise da literatura, para as intervenções físicas, ambientais e comportamentais como forma de prevenção, minimização e reabilitação das quedas.

Podemos observar que as intervenções físicas são aquelas com maior incidência de referências para os três momentos que caracterizam as quedas, antes da queda (prevenção), du-

rante a queda (minimização) e após a queda (reabilitação). Contudo, é na reabilitação, no momento que sucede à queda, que há uma maior incidência de referências para intervenções de ordem física. Na prevenção de quedas, a incidência de referências para intervenções físicas é menor. No caso da minimização de quedas, a incidência de referências está situada entre a prevenção e a reabilitação.

No que se refere às intervenções comportamentais, a Figura 15 demonstra que - tal como sucede nas intervenções de ordem física - é no momento que sucede à queda, ou seja na reabilitação da queda, onde se encontra uma maior incidência de referências para este tipo de intervenções. No entanto, e ao contrário do que sucede nas intervenções físicas, o momento que antecede a queda, a prevenção, é o que têm uma maior incidência de refe-

Tabela 10 Identificação de referências e percentagem de incidência das intervenções de ordem comportamental para prevenção, minimização e reabilitação das quedas na população idosa.

Intervenções comportamentais	Pr	Mi	Re	N (%)	Referências
- Mecanismos que caracterizam a marcha associada às alterações cognitivas do envelhecimento.	x			4%	(Lockhart et al., 2009; Pinheiro et al., 2010; Yu et al., 2009; Larson & Bergmann, 2008)
- Métodos de reabilitação com base no treino da marcha.			x	13%	(Lockhart et al., 2009; Myers et al., 1996; Moyland & Binder, 2007; Peterson et al., 2008; Bean et al., 2008; Hill et al., 2009; Vellas et al., 1997; Weerdestyn et al., 2008; Kannus et al., 2005; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Stevens & Olson, 2000)
- Maior atividade física e exercício.	x	x	x	19%	(Myers et al., 1996; Hayes et al., 1996; Coimbra et al., 2010; Grabiner et al., 2008; Degoede et al., 2003; Moyland & Binder, 2007; Pinheiro et al., 2010; Canning et al., 2009; Allander et al., 1998; Kannus et al., 2005; Rubenstein & Josephson, 2005; Sturmieks & Tiedemann, 2008; Boonen et al., 2008; Kane et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; World Health Organization, 2007; World Health Organization, 2010; Stevens & Olson, 2000; Michael et al., 2010)
- Movimentos de dança ao som de música.	x			1%	(Myers et al., 1996)
- Avaliação das pessoas que caíram, ou em risco de cair, de forma a identificar fatores de risco modificáveis.	x		x	5%	(Moyland & Binder, 2007; Kannus et al., 2005; Larson & Bergmann, 2008; Tirado, 2010; Odasso et al., 2007)
- Intervenções que ensinem os seniores a cair de forma mais segura.		x		1%	(Degoede et al., 2003)
- Aumentar os comportamentos seguros na participação em atividades sociais e da vida diária.	x			1%	(Tirado, 2010)
- Uso combinado de várias escalas de avaliação do risco de quedas.	x			1%	(Gomez, 2008)
- Avaliação e gestão de fatores de risco de quedas múltiplos.	x			9%	(Nyan et al., 2008; Kane et al., 2009; Larson & Bergmann, 2008; Svanstrom et al., 1996; Stevens & Olson, 2000; Nieuwenhuizen et al., 2010; Tirado, 2010; Odasso et al., 2007; Michael et al., 2010)
- Avaliação de riscos profissionais que possam levar a quedas.	x			1%	(Kannus et al., 2005)
- Dispositivos de alerta médico no caso de queda.			x	3%	(Moyland & Binder, 2007; Lin et al., 2007; Oliver et al., 2010)
- Sistemas de alarme embebidos nas camas hospitalares para deteção de quedas.			x	1%	(Hilbe et al., 2010)
- Mensagens com formas de prevenção de quedas, fornecidas por médicos e profissionais da saúde.	x			1%	(Yu et al., 2009)
- Nunca cair sobre o braço esticado.		x		1%	(Degoede et al., 2003)
- Estratégias para modificar potenciais comportamentos de risco do paciente que cai.	x			5%	(Hill et al., 2009; Easterbrook et al., 2010; Larson & Bergmann, 2008; Tirado, 2010; Odasso et al., 2007)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas. Pr (prevenção), Mi (minimização), Re (reabilitação)

rências logo a seguir ao momento após a queda. No que se refere ao momento que ocorre durante a queda, a minimização, foi o que obteve um menor número de referências. Relativamente às intervenções de ordem ambiental, a Figura 15 indica que os momentos antes e depois das quedas, prevenção e reabilitação respectivamente, tiveram o mesmo número de referências. O momento que ocorre durante a queda, a minimização, foi aquele onde houve a menor incidência de referências na literatura.

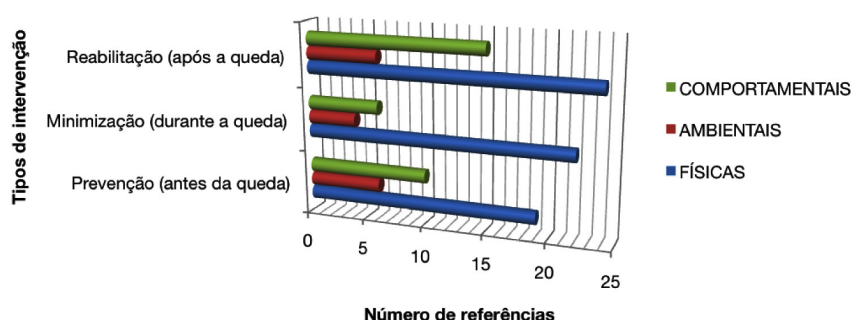


Figura 15 Número de referências das intervenções comportamentais, ambientais e físicas para prevenção, minimização e reabilitação das quedas na população idosa. Análise da literatura entre os anos de 1995 e 2010.

Síntese:

- As estratégias e os mecanismos de prevenção, minimização e reabilitação das quedas na população idosa, identificadas na literatura analisada, são muito diversas e focadas em três momentos: antes, durante e depois da queda.
- Os métodos de intervenção para prevenção, minimização e reabilitação das quedas, podem ser de ordem física (corpo e mente), ambiental (espaço envolvente) e comportamental (participação em actividades).
- As intervenções de ordem física e focadas no momento que ocorre depois das quedas, a reabilitação, foram os tipos de intervenções com maior incidência de referências na literatura analisada.
- As intervenções físicas com maior incidência de referências foram: o ajustamento da medicação, sistemas de revestimento para protecção da anca, programas de nutrição adequada (cálcio e vitamina D).
- As ambientais, foram as intervenções menos referenciadas pela literatura, estando este tipo de intervenções mais focadas nos momentos que ocorrem antes e depois das quedas. As modificações no ambiente edificado e doméstico, juntamente com a remoção de obstáculos, foram as intervenções ambientais mais referenciadas na literatura.
- As intervenções comportamentais obtiveram uma incidência de referências que fica entre a incidência das intervenções físicas e as ambientais. Neste tipo de intervenções, comportamentos de maior actividade física e exercício, avaliação e gestão de fatores de risco e modelos de reabilitação com base no treino da marcha, foram aqueles com mais referências.

5. O impacto económico das quedas

A dimensão do problema do impacto físico das quedas na população idosa, como visto nos capítulos anteriores, tem quase de forma obrigatória um consequente impacto na economia de todos os intervenientes: idosos, familiares, e nos sistemas de saúde.

Na literatura analisada não foram encontrados estudos, ou referências aos gastos que as pessoas que caem têm na prevenção, na minimização, na reabilitação, ou tratamento, que as consequências físicas acarretam para este grupo de população. O único tipo de referências de ordem económica foram indicadores dos custos para os sistemas de saúde. É precisamente neste tipo de custos que este capítulo se foca. A análise da literatura sobre as consequências económicas das quedas dos idosos para os sistemas de saúde resultou em dois tipos de indicadores. Em primeiro lugar, os indicadores de consequências das quedas para os serviços de saúde e, em segundo, os custos para esses serviços de saúde, derivados de causas físicas das quedas, para este tipo de população.

5.1 Consequências económicas das quedas para os sistemas de saúde

Antes da análise das consequências económicas das quedas na população idosa para os sistemas de saúde, foram identificados indicadores e consequências das quedas para esses mesmos sistemas. Ou seja, antes de sabermos quanto custa aos serviços de saúde, o tratamento de patologias provenientes de quedas, foi necessário perceber que tipo de serviços de saúde, são os que apresentam uma maior incidência e prevalência de indivíduos que a eles recorrem. A necessidade de hospitalização, o recorrer a serviços de emergência, o internamento e os cuidados médicos, foram os serviços de saúde identificados na literatura.

Na Tabela 11, são identificados os indicadores que foram encontrados na literatura analisada. Foram identificadas variáveis como; a causa pela qual foi necessário recorrer a serviços de saúde; a idade dos pacientes, a prevalência e a incidência dos indicadores; o número de indivíduos que foram afectados, o país a que se referem os indicadores; e as consequências que tiveram para os sistemas de saúde.

Na Holanda anualmente e devido a lesões derivadas de quedas, são hospitalizados 29,600 indivíduos com mais de 65 anos (Scheffer et al., 2008), e recorrem a serviços de emergência 89,000 indivíduos deste grupo de população (Scheffer et al., 2008). Nos EUA a

Tabela 11 Indicadores de consequências das quedas para os serviços de saúde.

	Causa	Idade	Ano	Número de indivíduos	País	Consequência	Referência
PR	Lesões de quedas	> 65	P/A	29.600	NLD	Hospitalização	Scheffer et al. (2008)
PR	Lesões de quedas	> 65	P/A	89.000	NLD	Serviços de emergência	Scheffer et al. (2008)
PR	Lesões de quedas	> 65	P/A	1 em cada 3	AUS	Cuidados médicos	Blyth et al. (2007)
-	Lesões de quedas	> 65	-	7.5 milhões	EUA	Internamento	Kane et al. (2009)
IN	Fratura da anca	> 65	1996	340.000	EUA	Hospitalização	Stevens e Olson (2000)

PR Prevalência (situação estática das quedas); IN Incidência (situação dinâmica das quedas); P/A Por ano

incidência de hospitalizações por fractura da anca, no ano de 1996, foi de 340,000 pessoas com mais de 65 anos (Stevens e Olson, 2000). No caso de internamentos por lesões derivadas de quedas, foram identificados 7,5 milhões de pessoas com mais de 65 anos também para os EUA (Kane et al., 2009). Na Austrália, um em cada três indivíduos com mais de 65 anos, necessita de cuidados médicos devido a lesões que derivaram de quedas (Blyth et al., 2007).

A Tabela 12 refere-se aos custos para os serviços de saúde, derivados de causas físicas de quedas na população idosa, que foram referenciados na literatura analisada. A unidade monetária utilizada foi o dólar norte-americano, tendo em consideração a maior quantidade de publicações deste país, em que foi feita alguma referência, aos custos para os sistemas de saúde derivados de quedas. Foram identificadas quatro variáveis: os tipos de custos relacionados com a saúde; a periodicidade em que foram executados; o país a que se referem; e as causas dessas despesas. Na primeira variável, tipos de custos, houve algumas publicações que não indicaram, ou descreminaram, os tipos de custos para os quais apresentam valores. Nestes casos, foi considerado o tipo de custos para com os serviços de saúde em geral.

Foram encontradas na literatura analisada, para a segunda metade dos anos noventa, três publicações, onde se fez referência a custos em serviços de saúde, para tratamento de lesões derivadas de quedas (Tabela 12). Segundo Hayes et al. (1996), os EUA gastaram entre 7 a 10 bilhões de dólares anuais (até 1996), em serviços médicos e de enfermagem relacionados com fracturas da anca. Na Suécia foram gastos anualmente (até 1996) 10.777 dólares por paciente, em serviços médicos que derivaram de quedas (Lauritzen, 1996). Já em França, mas relativamente ao ano de 1988, foram gastos em serviços de saúde, 753 milhões de dólares para o tratamento de fracturas da anca em 56.000 pacientes (Melton, 1996), o que dá uma média de 134.000 dólares por paciente.

Do ano 2000, ao ano de 2005, foram encontradas duas publicações na literatura, com referência a custos de saúde provenientes de quedas. A primeira (Easterbrook et al., 2001) com uma referência à Grã-Bretanha, onde no ano de 1988 gastou 257 milhões de dólares, em serviços de saúde gerais para tratamento de fracturas da anca. A segunda (Degoede et al., 2003) com quatro referências, que indicam que nos EUA, no ano de 1991 foram gastos em serviços de saúde gerais 50 bilhões de dólares no tratamento de lesões provenientes de quedas, e está previsto que no ano de 2020, esses custos sejam de 85 bilhões, em suma, um aumento de 35 bilhões de dólares em 29 anos. Outros indicadores do mesmo país, referem que de 1993 a 1998 foram gastos 6 bilhões de dólares em custos de saúde directos, devido a quedas ocupacionais. (ver Tabela 12)

Relativamente a referências, encontradas na literatura analisada, com data de publicação posterior a 2005, o número de indicadores dos custos para os serviços de saúde derivados de quedas na população idosa, aumentou relativamente aos períodos anteriores (Tabela 12). Neste período foram encontradas algumas contradições nos valores apresentados, por exemplo: de acordo com Lord et al. (2007), está previsto que no ano de 2020, os custos com serviços de saúde gerais nos EUA para tratamento de lesões provenientes de quedas, seja de 32,4 bilhões de dólares. As duas previsões encontradas na literatura (Degoede et al., 2003; Lord et al., 2007), sendo publicações de anos diferentes, apresentam uma disparidade de valores na ordem dos 52 bilhões de dólares de diferença. Esta contradição, pode a nosso ver, ter duas interpretações: a primeira é, tendo em consideração que a publicação do ano de 2007, teve acesso a dados mais recentes e atuais, projeta um valor mais baixo, do que a publicação de 2003. A segunda, é que esse valor mais baixo da publicação de 2007, pode indicar que os custos com serviços de saúde para tratamento de lesões provenientes de quedas na população idosa, apresenta uma tendência de diminuição. Este pressuposto é de difícil aceitação, porque é contraditório com as previsões de grande aumento demográfico

para os próximos 40 anos (Melton, 1996).

A Organização Mundial de Saúde, numa publicação de 2007, faz referência aos custos para os serviços de saúde no tratamento de lesões provenientes de quedas em diferentes países. A Finlândia e a Austrália, nos anos de 2001 e 2002, tiveram um custo médio por pessoa com mais de 65 anos, para os sistemas de saúde, de 3611 dólares (WHO, 2007). Já nos EUA, no ano de 1999, esse custo médio foi de 1049 dólares por pessoa com mais de 65 anos (WHO, 2007). Na Irlanda, em 1999, o custo médio por internamento devido a lesões provenientes de quedas atingiu valores de 6646 dólares por pessoa. Nos EUA o custo médio de internamento foi de 17,483 dólares por pessoas com mais de 65 anos (WHO, 2007).

Tabela 12 Custos para os serviços de saúde derivados de causas físicas das quedas na população idosa.

Tipo de custos	Periodicidade	País	Custos em US \$	Causas	Referência
Serviços médicos e enfermagem	Anual (global)	EUA	7 a 10 bilhões US \$	Fratura da anca	Hayes et al. (1996)
Serviços médicos	Anual (por paciente)	SWE	10.777 US \$	Quedas	Lauritzen (1996)
Serviços de saúde gerais	Anual (1988)	FRA	753 milhões US \$ para 56.000 pacientes	Fratura da anca	Melton (1996)
Serviços de saúde gerais	Anual (1988)	AUS	40 milhões US \$ para 10.150 pacientes	Fratura da anca	Melton (1996)
Serviços de saúde gerais	Anual (1988)	GBR	257 milhões US \$	Fratura da anca	Melton (1996); Easterbrook et al. (2001)
Diretos e indiretos	Anual (2020) previsão	EUA	85 bilhões US \$	Lesões provenientes de quedas	Degoede et al. (2003)
Serviços de saúde gerais	Anual (1991)	EUA	50 bilhões US \$	Quedas	Degoede et al. (2003)
Diretos	Anual (1993 a 1998)	EUA	6 bilhões US \$	Quedas ocupacionais	Degoede et al. (2003)
Custos médicos diretos	-	EUA	7,7 bilhões US \$	Lesões provenientes de quedas	Degoede et al. (2003)
Serviços de saúde gerais	Anual (1985)	EUA	10 bilhões US \$	Lesões provenientes de quedas	Lord et al. (2007)
Serviços de saúde gerais	Anual (1985)	EUA	4226 US \$ por pessoa	Lesões provenientes de quedas	Lord et al. (2007)
Serviços de saúde gerais	Anual (1994)	EUA	7399 US \$ por pessoa	Lesões provenientes de quedas	Lord et al. (2007)
Serviços de saúde gerais	Anual (2020) previsão	EUA	32,4 bilhões US \$ custo total	Lesões provenientes de quedas	Lord et al. (2007)
Custo médio para o sistema de saúde	2001/2002	FIN AUS	3611 US \$ por pessoa > 65 anos	Queda com lesão	WHO (2007)
Custo médio para o sistema de saúde	1999	EUA	1049 US \$ por pessoa > 65 anos	Queda com lesão	WHO (2007)
Custo médio de internamento	1999	IRL	6646 US \$ por pessoa > 65 anos	Lesões provenientes de quedas	WHO (2007)
Custo médio de internamento	1999	EUA	17.483 US \$ por pessoa > 65 anos	Lesões provenientes de quedas	WHO (2007)

Síntese:

- A necessidade de hospitalização, de recorrer a serviços de emergência, o internamento e os cuidados médicos, foram os serviços de saúde identificados na literatura analisada, que as pessoas idosas recorrem em caso de lesões provenientes de quedas.
- Na literatura analisada, é dada pouca relevância aos custos que as consequências das quedas podem acarretar para os sistemas de saúde. Relativamente aos custos de tratamento de lesões derivadas de quedas, para os indivíduos idosos que caem, a literatura analisada, não faz nenhuma referência, assim como também não referencia os custos para os familiares.
- As previsões de custos com serviços de saúde provenientes de quedas, para o ano de 2020 nos EUA, que foram encontradas na literatura analisada, apresentam valores muito elevados, uma com uma previsão de 85 biliões de dólares e outra de 32,4 biliões. Contudo, estes valores previstos são algo contraditórios com grande diferencial.
- Os custos por pessoa, para os serviços de saúde devido a lesões provenientes de quedas, referenciados na literatura em diferentes países é bastante elevado.

6. O impacto social das quedas para a população idosa

Já vimos neste estudo que a literatura analisada tem uma grande incidência no impacto físico que as quedas podem ter na população idosa (Capítulo 4). Vimos também que o impacto físico das quedas pode potenciar um impacto considerável na economia dos sistemas de saúde (Capítulo 5). Se as consequências físicas das quedas resultam em lesões muito heterogêneas, de maior ou menor gravidade, os custos com tratamentos dessas lesões começam a ser muito avultados. Estes dois tipos de impacto físico e económico das quedas na população idosa, de forma interligada, ou individual, potenciam o aparecimento de um terceiro impacto. O impacto social que as quedas podem ter neste grupo de população. Este capítulo pretende identificar as consequências sociais das quedas para a população idosa, assim como, a incidência dessas referências nas publicações analisadas neste estudo.

6.1 Consequências sociais das quedas para a população idosa

Na literatura da especialidade entre os anos de 1995 e 2010, foram identificadas seis consequências sociais que as quedas podem originar (ver Tabela 13). Estas consequências foram referenciadas na literatura, de forma direta como “consequências sociais das quedas na população idosa”. Muitas destas consequências são causa do impacto físico das quedas nos idosos. Esta relação é muitas vezes fruto de um cenário causa/efeito, ou seja, o número crescente de população no mundo com mais de 65 anos, o aumento da esperança média de vida aliada aos avanços técnicos e científicos da medicina. Estes fatores associados à deterioração fisiológica e anatómica, própria do processo de envelhecimento, predis põem este grupo de população a uma maior mortalidade, morbilidade e deficiência, perda de independência funcional, inactividade e conseqüente redução em participar em actividades sociais.

Como podemos verificar através da Tabela 13, as consequências sociais das quedas nos idosos com maior incidência de referências na literatura foram: a mortalidade, morbilidade e deficiência, assim como

Tabela 13 Identificação de referências e percentagem das consequências sociais das quedas na população idosa.

Consequências sociais das quedas	N (%)	Referências
Mortalidade, morbilidade e deficiência	20%	(Hayes et al., 1996; Peterson et al., 2008; Lauritzen, 1996; Tromp et al., 2001; Formiga et al., 2008; Kannus et al., 2005; Rubenstein & Josephson, 2005; Sleet et al., 2008; Finlayson & Peterson, 2010; Choi et al., 2010; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Kane et al., 1996; Stevens & Olson, 2000; Chen et al., 2008; Church et al., 2011; Lester et al., 2008; Odasso et al., 2007; Gama & Conesa, 2008; Michael et al., 2010)
Perda de independência funcional	20%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Blyth et al., 2007; Prince et al., 1997; Lauritzen, 1996; Southard et al., 2005; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Laybourne et al., 2008; Yelnik & Bonan, 2008; Miller et al., 2001; Kannus et al., 2005; Choi et al., 2010; Boonen et al., 2008; Melton, 1996; Kane et al., 1996; Easterbrook et al., 2010; Stevens & Olson, 2000; Tirado, 2010; Fletcher et al., 2010)
Redução de actividade social	13%	(Scheffer et al., 2008; Moyland & Binder, 2007; Blyth et al., 2007; Pinheiro et al., 2010; Stel et al., 2004; Weerdestyn et al., 2008; Yelnik & Bonan, 2008; Kannus et al., 2005; Melton, 1996; Easterbrook et al., 2010; Tirado, 2010; Gama & Conesa, 2008; Fletcher et al., 2010)
Inactividade	8%	(Scheffer et al., 2008; Myers et al., 1996; Southard et al., 2005; Stel et al., 2004; Laybourne et al., 2008; Weerdestyn et al., 2008; Yelnik & Bonan, 2008; Fletcher et al., 2010)
Medo de voltar a cair	3%	(Kinirons et al., 2006; Tirado, 2010; Fletcher et al., 2010)
Hospitalização e institucionalização	2%	(Gama & Conesa, 2008; Chang et al., 2010)

Nota: As percentagens são referentes ao total de 99 publicações analisadas

a perda de independência funcional, ambas com 20% de referências. Na primeira consequência identificada, a morte é sem dúvida a mais grave das consequências, mas a morbilidade e a deficiência como consequência social das quedas, acarretam parte da responsabilidade no aparecimento da segunda consequência mais referenciada, a perda de independência funcional. Um indivíduo com algum tipo de morbilidade e de deficiência verá o seu estado funcional e de participação social diminuído. Ou seja, estas duas consequências estão diretamente interligadas, daí poder resultar a mesma incidência, 20% para ambas.

Outra consequência social das quedas identificada foi a redução da atividade social (Tabela 13), e entende-se aqui redução da atividade social, a diminuição na participação em atividades que envolvem interação com outras pessoas e com a sociedade. Por exemplo, o trabalho, o lazer, estar com a família e com os amigos. Esta consequência teve uma incidência de referências de 13%, mas mais uma vez, a dependência de um estado físico e funcional desequilibrado pode potenciar a redução na participação nas atividades sociais.

Com uma incidência de referências de 8%, a inatividade (Tabela 13) foi outra das consequências sociais das quedas, que mais vezes foi referenciada. Contudo, esta consequência apresenta-se, também, muito interligada e dependente das outras consequências, e sobretudo, com a redução da atividade social. A inatividade pode advir da morbilidade, de possíveis deficiências e da perda de independência funcional, originando uma maior redução da atividade social.

Por fim, com uma menor incidência de referências na literatura, o medo de voltar a cair e a hospitalização e institucionalização, com 3% e 2% respetivamente (Tabela 13). O medo de voltar a cair é um dos principais factores de risco comportamentais das quedas nos idosos (ver Figura 7). Este fator de risco é, também considerado pela literatura analisada como uma consequência social das quedas e, possivelmente terá influência noutras

consequências sociais, como a inatividade e a redução da atividade social. Relativamente à hospitalização e institucionalização dos indivíduos que caem, estas são a consequência com menor incidência de referências na literatura. No entanto, a capacidade de evitar esta consequência pode reduzir os custos sociais, alocados aos tratamentos de saúde provenientes de lesões que derivaram de quedas. Como tivemos oportunidade de verificar no Capítulo 5, os custos para os serviços de saúde, em países com elevadas taxas de quedas na população idosa, são bastante elevados.

Síntese:

- O impacto social das quedas na população idosa, é uma perspectiva pouco estudada e aprofundada na literatura analisada. Poucos são os autores que identificam consequências sociais das quedas na sociedade em geral e neste grupo de população idosa em particular.
- A mortalidade, a morbilidade, a deficiência e a perda de independência funcional são as consequências das quedas que mais afectam a participação social das pessoas com mais de 65 anos. Estas consequências são as mais referenciadas na literatura analisada.
- A redução na participação em atividades sociais é também das consequências mais referenciadas pela literatura. Esta consequência pode ser resultado da elevada perda de independência funcional que as quedas e as lesões daí provenientes podem acarretar.

6.2 Indicadores epidemiológicos: mortalidade, quedas, morbilidade e incapacidade funcional

O impacto que as quedas nos idosos podem ter na sociedade vai além das consequências identificadas no ponto anterior. Como foi verificado, a mortalidade, a morbilidade, deficiência e a incapacidade funcional são as consequências sociais com maior incidência na literatura analisada. Neste capítulo, são apresentados alguns indicadores epidemiológicos que ajudam a caracterizar a dimensão dessas consequências. Estes indicadores foram retirados da literatura analisada.

A Tabela 14 apresenta indicadores de mortalidade derivada de quedas na população com mais de 65 anos. Está dividida em 7 categorias: incidência e prevalência; causa da morte; idade; ano; país; indicadores de morte; e a referência correspondente. Os indicadores de incidência e prevalência da mortalidade encontrados na literatura mostram que as quedas neste tipo de população podem mesmo matar. Contudo, a morte neste contexto não acontece, em muitas das vezes, no momento da queda e como consequência final desse momento, mas sim, do momento posterior à queda e das lesões que dela podem resultar. As lesões graves na população idosa, como fraturas, podem significar um período de recuperação muito longo e com tratamentos complexos e intensivos (por exemplo: cirurgias, altas dosagens de medicação, fisioterapia). Este tipo de pacientes está muitas vezes debilitado física, cognitiva e psicologicamente, o que os predispõem a um maior risco de morte. Por exemplo: no Canadá 20% das pessoas com mais de 65 anos, hospitalizadas devido a lesões resultantes de quedas morrem (Tabela 14).

Não foram encontrados muitos indicadores de mortalidade na população idosa na análise da literatura, e alguns dos indicadores não faziam referência ao ano a que se referiam. A literatura de uma forma geral está mais focada na caracterização das consequências físicas das quedas, e em estudar como o processo de envelhecimento agrava a tendência de aumento do risco de queda, assim como, a maior probabilidade das consequências das quedas serem mais graves com o aumento da idade.

Contudo, os indicadores referenciados permitem ter uma ideia de que a incidência e a pre-

valência, da mortalidade nas pessoas com mais de 65 anos é elevada. Nos Estados Unidos, no ano de 1997, morreram 12.000 indivíduos com mais de 75 anos, devido a lesões que resultaram de quedas (Tabela 14). Já no Brasil e no ano de 2003, morreram devido a lesões resultantes de quedas 58,3 indivíduos por cada 100.000 habitantes com mais de 65 anos (Tabela 14). A prevalência de mortes nos EUA para pessoas com mais de 65 anos, é apresentada por dois autores Kane et al., 2009 e Southard et al., 2005 através de valores com díspares, ou seja, para o primeiro os índices de mortalidade situam-se nos 70% das pessoas com mais de 65 anos, já para o segundo, os índices são de 75% de mortes em 14% da população com mais de 65 anos (ver Tabela 14).

Tabela 14 Indicadores de mortalidade derivada de quedas na população idosa com referências na literatura entre 1995 e 2010.

	Causa da morte	Idade	Ano	País	Indicadores de morte	Referência
IN	Lesões resultantes de quedas	> 75	1997	EUA	12.000 indivíduos	Lockhart et al. (2003)
IN	Lesões resultantes de quedas	> 65	2003	BRA	58,3 por 100.000 habitantes	Pinheiro et al. (2010)
PR	Lesões resultantes de quedas	> 65	-	CAN	20% das pessoas hospitalizadas morrem	Choi et al. (2010)
PR	Lesões resultantes de quedas	> 65	-	EUA	70% das pessoas com > 65 anos	Kane et al. (2009)
PR	Lesões resultantes de quedas	> 65	-	EUA	75% de mortes em 14% da população com > 65 anos	Southard et al. (2005)

PR Prevalência (situação estática das quedas); IN Incidência (situação dinâmica das quedas)

Tabela 15 Indicadores de quedas na população idosa com referências na literatura entre 1995 e 2010.

	Indicadores de quedas na população idosa	Idade	Ano	País	Referência
PR	30 milhões de indivíduos	> 65	P/A	EUA	Hayes et al. (1996)
PR	33,3% dos indivíduos	> 65	P/A	AUS	Blyth et al. (2007)
-	55,6% dos indivíduos	> 40	-	BRA	Pinheiro et al. (2010)
PR	33,3% da população com > 65 anos	> 65	P/A	EUA	Kane et al. (2009)
PR	30% da população com > 65 anos	> 65	P/A	NLD	Scheffer et al. (2008)
PR	30% a 60% da população com > 65 anos	> 65	P/A	AUS	McClure et al. (2010)
PR	33,3% da população com > 65 anos	> 65	P/A	EUA	Moyland e Binder (2007)
PR	Austrália 29%; Turquia 28,5%; Espanha 31,7%; Brasil 34,8%; Argentina 28,5%; China 26,5%; EUA 32%	> 65	P/A	BRA	Coimbra et al. (2010)
PR	Caem entre 25% a 50% de indivíduos com > 65 anos	> 65	P/A	EUA	Degoede et al. (2003)

PR Prevalência (situação estática das quedas); IN Incidência (situação dinâmica das quedas); P/A Por ano

Relativamente a indicadores epidemiológicos de quedas na população idosa e que foram encontrados na literatura, a Tabela 15 diz-nos que apesar desses indicadores variarem de país para país, assim como na forma em que são indicados, a prevalência das quedas nesta população é elevada. Os Estados Unidos são o país para o qual se encontram mais dados de prevalência de quedas, devido ao grande número de publicações que se encontram nesta área. Neste país, a prevalência de quedas foi de 30 milhões de indivíduos, até ao ano de 1996, ano da publicação do artigo referenciado (Hayes et al., 1996). No ano de 2003, uma publicação de Degoede et al. indica que entre 25% a 50% dos indivíduos com mais de 65 anos caem todos os anos, já para Moyland e Binder em 2007, um terço da população com mais de 65 anos cai, mais recentemente no ano de 2009, Kane et al. indica o mesmo valor de um terço das pessoas com mais de 65 anos caem todos os anos (ver Tabela 15).

No caso da Holanda e da Austrália, a prevalência de quedas em pessoas com mais de 65 anos é de 30%, mas no caso Australiano este valor pode ir até aos 60% de prevalência (Tabela 15). Numa outra publicação, Coimbra et al. 2010, os autores identificam a prevalência de quedas para pessoas com mais de 65 anos em diversos países, na Austrália (29%), Turquia (28,5%), Espanha (31,7%), Brasil (34,8%), Argentina (28,5%), China (26,5%) e EUA (32%) (Tabela 15). A prevalência de quedas situa-se entre o intervalo de 26% e 35%, estes valores vão de encontro a outros dados contidos na literatura, no entanto, a prevalência na Austrália de quedas nesta população, difere nas publicações de Coimbra et al., 2010 e de McClure et al., 2010, para o primeiro a prevalência situa-se nos 29% e no segundo começa com 30% e pode ir até aos 60%. É também de salientar que, para Pinheiro et al. 2010, no Brasil 55,6% dos indivíduos com mais de 40 anos caem.

Quanto a indicadores de morbilidade e incapacidade funcional, a Tabela 16 apresenta alguns dados relativos a prevalência e incidência destes fatores provenientes de quedas na população idosa. Para pessoas com mais de 65 anos nos EUA, e no ano de 1996, houve uma incidência de incapacidade funcional, derivada de fractura da anca, de 340.000 indivíduos (Stevens e Olson, 2000). Para outro autor (Hayes et al., 1996), a prevalência anual de deficiências em indivíduos com mais de 65 anos, também nos EUA, foi de 300.000 indivíduos. Se considerarmos a deficiência como uma forma de incapacidade funcional, podemos concluir dos dados anteriores, que a deficiência é uma das principais causas de morbilidade e incapacidade funcional nos EUA, para pessoas com mais de 65 anos e que fraturaram a anca. Podemos também observar que a incidência (situação dinâmica) e a prevalência (si-

Tabela 16 Indicadores de morbilidade e incapacidade funcional das quedas na população idosa com referências na literatura entre 1995 e 2010.

	Causa	Idade	Ano	Indicadores	País	Consequência	Referência
IN	Fratura da anca	> 65	1996	340.000 indivíduos	EUA	Incapacidade funcional	Stevens e Olson (2000)
PR	Fratura da anca	> 65	P/A	300.000 indivíduos	EUA	Deficiência	Hayes et al. (1996)
PR	Quedas	> 65	P/A	30% da população	NLD	Declínio funcional	Scheffer et al. (2008)
IN	Fratura da anca	> 65	1990/98	Aumentou 3% para 14%	EUA	Lesões graves	Grabiner et al. (2008)
PR	Quedas	> 65	P/A	10% a 15% das quedas	EUA	Lesões graves	Moyland e Binder (2007)

PR Prevalência (situação estática das quedas); IN Incidência (situação dinâmica das quedas); P/A Por ano

tuação estática) das quedas neste tipo de população têm valores muito próximos.

No caso holandês, as quedas foram a causa para que 30% da população com mais de 65 anos sofresse de declínio funcional (Scheffer et al., 2008). Nos EUA, um valor que oscila entre os 10% e os 15% das quedas, em pessoas com mais de 65 anos, resultam em lesões graves todos os anos (Moyland e Binder, 2007) e, durante os anos de 1990 a 1998, a fratura da anca derivada de quedas aumentou de 3% para 14% nas pessoas com mais de 65 anos (Grabiner et al., 2008). Apesar de os indicadores sobre os índices de morbidade e incapacidade resultantes de quedas nas pessoas idosas não terem uma incidência geográfica muito diversificada, na nossa opinião devido ao facto da literatura analisada não ter como principal foco esses índices, os valores apresentados permitem perceber que as quedas contribuem para o aumento da morbidade e da incapacidade funcional neste tipo de população.

Síntese:

- As referências na literatura analisada, que indicam valores quantitativos relacionados com a mortalidade, as quedas, a morbidade e a incapacidade funcional, são na sua maioria de origem norte Americana.
- As lesões que podem resultar de quedas são um dos principais factores de mortalidade na população idosa.
- Muitas das mortes provenientes de lesões graves, como as fraturas, acontecem em ambiente hospitalar.
- Os índices de prevalência (situação estática) e de incidência (situação dinâmica) das quedas nas pessoas com mais de 65 anos e, que é referenciada na literatura analisada são elevados. Estes índices situam-se em valores que rondam os 30% e os 60% de quedas neste grupo da população.
- A morbidade e a incapacidade funcional, que deriva de quedas nas pessoas com mais de 65 anos, nos países referenciados pela literatura, apresentam índices de prevalência e incidência elevados.

A realização do estudo que temos vindo a descrever ao longo da primeira parte deste trabalho teve algumas limitações que podem afetar os resultados e as próprias conclusões. As principais limitações identificadas foram as áreas onde os autores se inserem (design, engenharia, desenvolvimento de produto e materiais) que podem ser um handicap na interpretação de algumas matérias mais específicas próprias da medicina geriátrica e da gerontologia.

Não foram incluídas na análise publicações em outras línguas, o que pode ter excluído algumas publicações importantes nas áreas da geriatria, gerontologia, reabilitação, fisioterapia e fisioterapia.

Após esta análise global ao impacto físico, económico e social da quedas descrito na literatura da especialidade, pensamos que seria importante a realização de uma avaliação local das consequências físicas, económicas e sociais das quedas na população idosa. Essa análise deve ser realizada através de um inquérito acompanhado onde podem ser incluídas outras dimensões de investigação, que permitam um melhor conhecimento dessas consequências na vida das pessoas em risco de cair, tais como: historial médico; as circunstâncias sociais; o nível de atividade física e historial de quedas; o impacto económico das quedas, entre outros.

Nota final:

A parte relativa ao impacto físico das quedas na população sénior foi recentemente publicada na revista *European Review of Aging and Physical Activity* (Terroso et al. 2014) que é um jornal oficial do European Group for Research into Elderly and Physical Activity (EGREPA). Está também a ser preparado um artigo para submissão como o resto da pesquisa, ou seja, com o impacto económico e social das quedas na população idosa.

PARTE II

TRANSFORMAÇÃO DO PROBLEMA EM NECESSIDADES. SOLUÇÕES EXISTENTES PARA A NECESSIDADE, VALIDAR A SUA PERTINÊNCIA E OS PRINCIPAIS INTERESSADOS.

- CAPÍTULO 7** Identificação de problemas e extração das necessidades dos seniores em risco de cair
- 7.1 Elaboração de um inquérito aos utilizadores sobre o historial de quedas
 - 7.2 Tratamento dos dados do inquérito A: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades
 - 7.2.1 Informação Geral
 - 7.2.2 Historial médico dos inquiridos
 - 7.2.3 Circunstâncias sociais dos inquiridos
 - 7.2.4 Atividade física
 - 7.2.5 Historial de quedas
 - 7.2.6 Impacto económico das quedas
 - 7.2.7 Informação relativa ao uso de roupa interior (underwear)
 - 7.2.8 Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação
 - 7.3 Tratamento dos dados do inquérito B: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades
 - 7.3.1 Informação geral
 - 7.3.2 Historial de quedas em pacientes e familiares
 - 7.3.3 Impacto económico das quedas
 - 7.4 Resumo das necessidades extraídas dos inquéritos A e B
- CAPÍTULO 8** Identificação dos interessados na necessidade - “stakeholders”
- 8.1 Análise do processo de acontecimentos/consequências em caso de queda
 - 8.2 Análise do fluxo financeiro em caso de queda
 - 8.3 Identificar e caracterizar os principais interessados na necessidade
 - 8.4 Estabelecer o perfil dos utilizadores
- CAPÍTULO 9** Validar se o âmbito da necessidade é apropriado: Validar e confirmar que ainda não existe solução para a necessidade.
- 9.1 Atribuição da necessidade a outros grupos, tipos de população e atividades
 - 9.2 Soluções para a prevenção e minimização dos efeitos das quedas
 - 9.3 Patentes de sistemas para proteção física e assistência ativa
 - 9.4 Tecnologias de prevenção e deteção de quedas
 - 9.5 Tecnologias de localização e rastreamento
 - 9.6 Tecnologias de saúde e bem estar
 - 9.7 Tecnologias de monitorização portáteis

7. Identificação de problemas e extração das necessidades dos seniores em risco de cair

Após as conclusões retiradas da primeira parte deste trabalho - avaliação global das consequências físicas, económicas e sociais das quedas – e porque essa avaliação foi centrada única e exclusivamente na literatura da especialidade, surgiu a necessidade de termos contacto com as reais necessidades dos utilizadores seniores, ou seja, ouvir dos principais visados em quedas e interessados num sistema vestível de proteção física e assistência ativa, as suas experiências, perceber quem são, onde caem, como caem e consequências dessas queda. Em suma, a necessidade de realizar de uma avaliação local, muito centrada no utilizador sénior e nas principais pessoas que interagem diariamente com este tipo de população, como os seus familiares, acompanhantes, terapeutas e médicos. Desta forma, o instrumento que consideramos mais indicado para a realização dessa análise foi o recurso a um inquérito acompanhado. Os pontos seguintes descrevem o método usado na análise local, os modelos de inquéritos usados, os principais resultados obtidos e os problemas e necessidades extraídos dos inquiridos.

7.1 Elaboração de um inquérito aos utilizadores sobre o historial de quedas

Perguntas de investigação e objetivos do inquérito

Foram desenvolvidos dois modelos de inquérito com objetivo de identificar e caracterizar um perfil da população sénior (com mais de 65 anos) em risco de cair, de forma a identificar problemas e extrair as necessidades desse grupo de população e que posteriormente servirão para a identificação dos requisitos do sistema vestível de protecção física e assistência ativa a desenvolver na Parte III deste estudo. Para balizar e auxiliar na realização dos inquéritos foram colocadas as seguintes questões:

- Qual é a idade, o sexo, o estado civil e o nível de formação característico desta população?
- Qual o seu historial médico, as circunstâncias sociais e o nível de mobilidade?
- Qual é o historial de quedas destes indivíduos, as características físicas, quantas

vezes caem, como e onde caem e, quais as consequências dessas quedas?

- Qual é o impacto económico das quedas, em medicação, tratamentos e reabilitação?

Tendo em consideração que se pretende desenvolver um sistema vestível (tipo roupa interior) para proteção física e assistência ativa de quedas, foram também colocadas as seguintes questões, relacionadas com o uso de roupa interior.

- Qual é a frequência que as pessoas seniores usam roupa interior?
- Quais são as tipologias mais usadas, as zonas mais desconfortáveis e mais difíceis de vestir?
- Como pode ser melhorado o conforto e a autonomia em vestir e despir este tipo de roupa?
- Qual é o custo anual com este tipo de roupa?
- Com que meios e dispositivos os seniores comunicam no caso de queda?

Método de aplicação e dimensões do inquérito A e B

O inquérito foi organizado em dois modelos (A e B), sendo o primeiro realizado junto de pessoas com 65 ou mais anos (com uma amostra de 153 indivíduos) e o segundo a familiares, fisioterapeutas, ou acompanhantes (amostra de 78 indivíduos).

A estruturação do inquérito foi realizada de acordo com as perguntas que foram colocadas na identificação dos objectivos do estudo. Para cada uma dessas perguntas concluímos que seriam necessárias sub-questões que ajudassem na obtenção das respostas necessárias à compreensão de cada pergunta. Essas perguntas resultaram na estrutura que caracterizou o modelo do inquérito, e foram designadas como as principais dimensões do inquérito.

O modelo A foi constituído por nove dimensões:

- Informação geral
- Historial médico
- Circunstâncias sociais
- Atividade física
- Historial de quedas
- Informação relativa ao uso de roupa interior
- Impacto social das quedas
- Impacto económico das quedas
- Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação

O modelo B foi constituído por cinco dimensões:

- Informação geral
- Historial de quedas em pacientes ou familiares
- Impacto social das quedas
- Impacto económico das quedas
- Consequências físicas das quedas

O inquérito A foi realizado em dois lares sob a tutela da Santa Casa da Misericórdia de Vila Nova de Famalicão (Portugal), o lar Jorge Reis e o lar S. João de Deus. O inquérito foi realizado entre os meses de Fevereiro e Março de 2011, de forma acompanhada por funcio-

nárias dos respectivos lares, a residentes permanentes e não permanentes com 65 ou mais anos.

O inquérito B foi realizado a familiares, fisioterapeutas e acompanhantes dos residentes nos lares mencionados. Foi realizado entre os meses de Fevereiro e Abril do mesmo ano. Tal como o modelo A, foi realizado de forma acompanhada por funcionárias dos lares, a familiares, fisioterapeutas e acompanhantes de alguns dos residentes permanentes e não permanentes.

Tendo em consideração a dimensão global dos dois modelos e, o tempo que demoram a realizar (A-20 min.; B-12 min.), optamos pela realização dos inquéritos de forma acompanhada e conduzida. Tivemos também em consideração possíveis incapacidades das características físicas, cognitivas e psicológicas do público-alvo dos inquiridos, pessoas com 65 ou mais anos e que poderiam ter dificuldade em responder de forma autónoma ao inquérito. Depois de elaborada a primeira versão dos modelos A e B, foram feitos 12 testes do modelo A, a pessoas com 65 ou mais anos de forma aleatória e, 12 testes do modelo B a familiares, fisioterapeutas e acompanhantes.

Modelo do inquérito A e B (anexo)

Encontram-se em anexo os modelos dos inquéritos (A e B) realizados.

7.2 Tratamento dos dados do inquérito A: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades

Neste ponto são apresentados os principais resultados obtidos da aplicação do inquérito A. Para cada dimensão é apresentada uma figura, ou gráfico, que ilustram os dados obtidos para cada questão colocada nas diferentes dimensões do inquérito. São também apresentadas as principais conclusões retiradas desses dados, posteriormente, essas conclusões foram transformadas em frases que descrevem problemas. O passo seguinte consiste na análise dos problemas e na extração de necessidades.

7.2.1 Informação Geral

Esta informação corresponde aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante a distribuição etária, a distribuição por sexo, por estado civil e habilitações literárias, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos de idade.

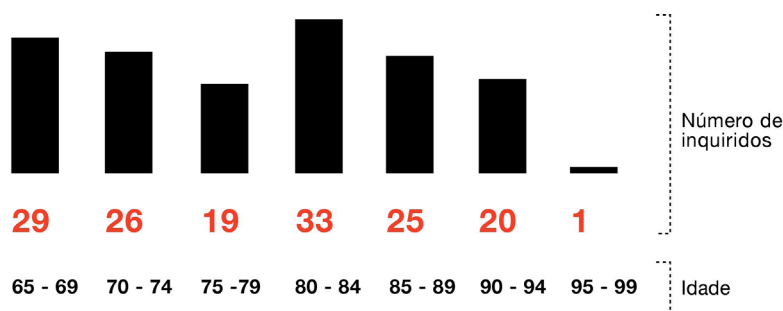


Figura 16 Distribuição etária dos inquiridos de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 16)

A distribuição etária dos inquiridos é bastante homogênea por todos os intervalos identificados, com exceção do situado entre os 95 e 99 anos.

O maior número de inquiridos situa-se no intervalo etário situado entre os 65 e 84 anos. Foram nos intervalos dos 65 - 69 anos e dos 80 - 84 anos que tiveram o maior número de inquiridos com 29 e 33 respectivamente.

Problema:

Os intervalos etários não têm nenhum pico de incidência, são distribuídos de forma uniforme.

Necessidade:

- A faixa etária deste tipo de população necessita de soluções que acompanhem durante um período de tempo de 19 anos a evolução física, sensorial e cognitiva da população sénior.
- Soluções projetadas de acordo com as limitações físicas e cognitivas deste grupo de população.



Figura 17 Distribuição por sexo dos inquiridos de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 17)

Os indivíduos do sexo feminino tiveram uma maior incidência de inquiridos, com cerca de 2/3 dos inquiridos.

Problema

A partir da faixa etária dos 65 ou mais anos, há uma maior incidência de indivíduos do sexo feminino.

Necessidade:

- Os produtos ou serviços para estas faixas etárias devem prestar especial atenção aos comportamentos característicos do sexo feminino, sem ignorar os comportamentos comuns aos dois sexos e próprios do sexo masculino.

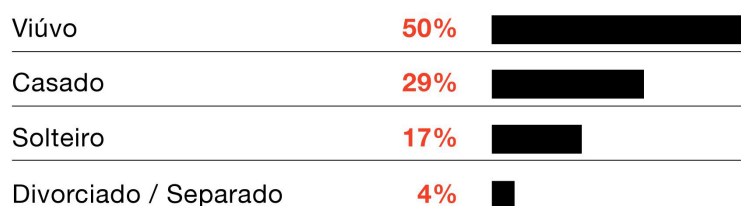


Figura 18 Distribuição dos inquiridos por estado civil de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 18)

- Metade dos inquiridos eram viúvos.
- Cerca de 1/3 eram casados.
- Cerca de 1/6 solteiros.

Problema:

O conjunto dos indivíduos que eram viúvos e solteiros, indicam uma forte probabilidade de estarem muito tempo sozinhos, aumentando o risco de quedas e de dificuldade em obter ajuda.

Necessidade:

- Grande parte dos indivíduos com 65 ou mais anos de idade, passam muito tempo sozinhos.
- Poderá haver a necessidade de poderem estar mais acompanhados, ou terem acesso a sistemas de comunicação que lhes permita diminuir a solidão.

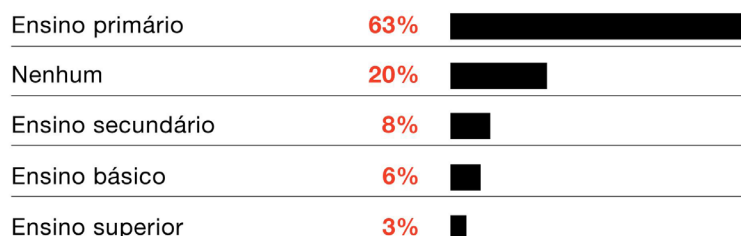


Figura 19 Distribuição dos inquiridos por habilitações literárias de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 19)

- Mais de metade dos inquiridos tinham a instrução primária.
- Cerca de 1/5 dos inquiridos não tinha nenhum tipo de instrução escolar.
- A percentagem de inquiridos com instrução superior à primária, foi muito reduzida.

Problema:

Os baixos níveis de escolaridade dos inquiridos, podem dificultar o acesso a sistemas e/ou produtos mais tecnológicos com grande complexidade no uso.

Este tipo de população poderá ter dificuldade na aceitação e utilização de produtos complexos.

Necessidade:

- Os produtos ou sistemas para este tipo de população devem ser de uso intuitivo e com base em elementos e ações que sejam familiares aos indivíduos com 65 ou mais anos.

7.2.2 Historial médico dos inquiridos

Esta informação corresponde aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante o seu historial médico e incidência de hospitalização, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos de idade.

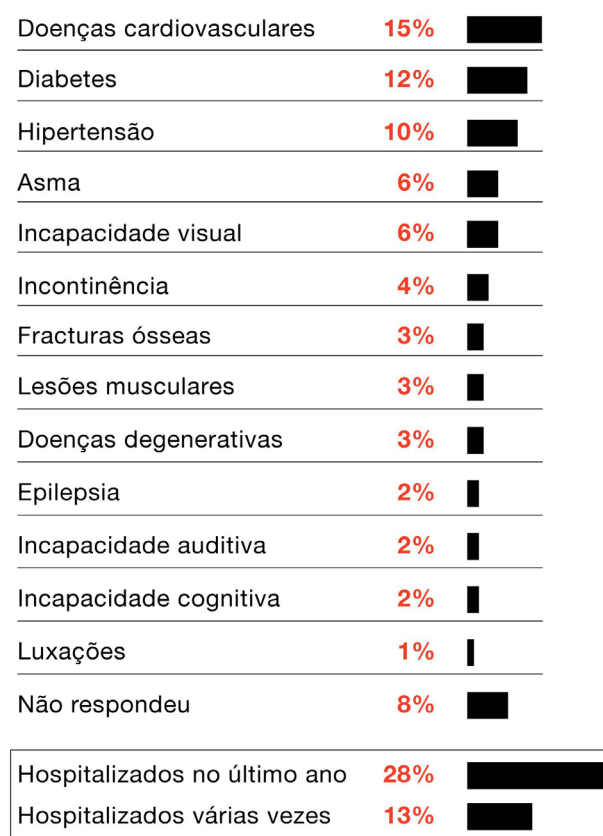


Figura 20 Historial médico e percentagem de hospitalização dos inquiridos de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 20)

As doenças cardiovasculares, diabetes e hipertensão são aquelas que mais afetam os inquiridos.

As doenças e incapacidades nos inquiridos são muito heterogéneas.

Doenças como as cardiovasculares, a diabetes, a hipertensão, a epilepsia e as doenças degenerativas, assim como, a incapacidade visual, auditiva e cognitiva, fazem parte do historial clínico dos inquiridos.

O número de inquiridos hospitalizados no último ano foi considerável (28%), mas mais significativo foi o número de inquiridos hospitalizados mais do que uma vez (13%).

Problema:

Os efeitos diretos e, em alguns casos indiretos, destas doenças e incapacidades potenciam as quedas nos indivíduos com 65 ou mais anos.

Necessidade:

- É necessário um acompanhamento continuado das pessoas com 65 ou mais anos.
- O ritmo cardíaco, os níveis de insulina, e a tensão arterial devem ser parâmetros a controlar.

7.2.3 Circunstâncias sociais dos inquiridos

Esta informação corresponde aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante as suas circunstâncias sociais e nível de mobilidade, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos de idade.

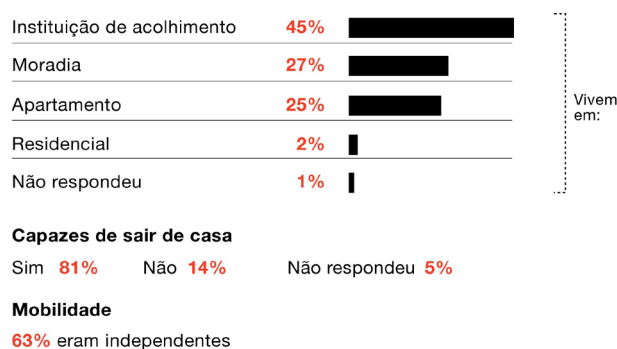


Figura 21 Circunstâncias sociais dos inquiridos e nível de mobilidade de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 21)

Cerca de 45% dos inquiridos vivia numa instituição de acolhimento, enquanto 25% vivia num apartamento.

Dos inquiridos 81% era capaz de sair de casa e 14% declararam que não.

O número de inquiridos com um nível de mobilidade independente foi de 63%.

Problema:

Apesar de uma grande parte dos inquiridos viverem em instituições de acolhimento, os níveis de mobilidade independente é muito significativa.

Necessidade:

- É necessário garantir que as pessoas com 65 ou mais anos e mesmo aquelas que vivem em instituições de acolhimento, possam ter as condições necessárias para preservarem a sua independência na mobilidade.

7.2.4 Atividade física

Esta informação corresponde aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante as atividades física da vida diária e atividades instrumentais de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos de idade. Entende-se por atividades da vida

diária, aquelas de desempenho ocupacional que as pessoas realizam diariamente, como: movimentar-se, alimentar-se, vestir-se e realização da higiene pessoal. Por outro lado, as atividades instrumentais da vida diária são aquelas que suportam as atividades da vida diária que no contexto desta análise foram constituídas por capacidade de se deslocar em transportes públicos, fazer compras, preparação de refeições, lavar a roupa e limpeza da casa.

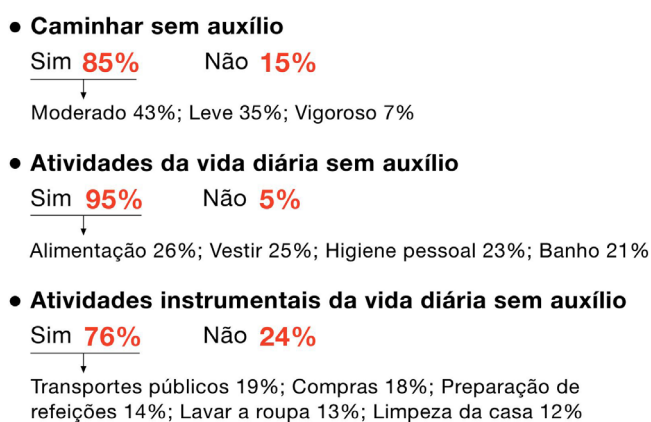


Figura 22 Atividade física e capacidade de executarem actividades da vida diária e actividades instrumentais dos inquiridos de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 22)

A capacidade dos inquiridos andarem, sem assistência, foi de 85% dos indivíduos, sendo que 43% andam de forma moderada e 35% de forma leve.

A capacidade dos inquiridos executarem actividades da vida diária, sem assistência, teve uma incidência de 95% dos inquiridos. Contudo, só 25% indicou que se veste sem necessitar de assistência.

Relativamente à capacidade de execução de actividades instrumentais, 75% dos inquiridos declara que consegue executá-las sem necessitar de assistência.

Problema:

Os inquiridos com 65 ou mais anos de idade, apesar de grande parte caminhar sem assistência, não o conseguem fazer de forma vigorosa.

Os inquiridos com 65 ou mais anos de idade, apesar da grande maioria conseguir executar as actividades da vida diária sem assistência, tem dificuldade em se vestir de forma autónoma.

Necessidade:

- A utilização de roupa que permita uma boa mobilidade das articulações, enquanto os indivíduos caminham.
 - Roupa que permita ao indivíduo sénior a capacidade de se vestir de forma autónoma.
- sua limpeza que sejam fáceis de lavar e não necessitem de processos complexos para a

7.2.5 Historial de quedas

Esta dimensão contém informação correspondente aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante o seu historial de quedas, ou seja, a quantificação dos inquiridos que já caíram, a incidência das quedas por sexo, a distribuição por intervalos etários da incidência de quedas, o número de eventos de queda, a variação de peso e altura dos inquiridos que já tinham caído, os locais onde ocorrem essas quedas, a capacidade de se levantarem sozinhos e o tempo que permaneceram no chão após a queda, a incidência de lesões provenientes de quedas, como também a incidência da direcção em que podem ocorrer as quedas. A informação final nesta dimensão é referente aos dados que quantificam as regiões do corpo afetadas através de lesões por essas quedas, assim como a incidência de lesões.

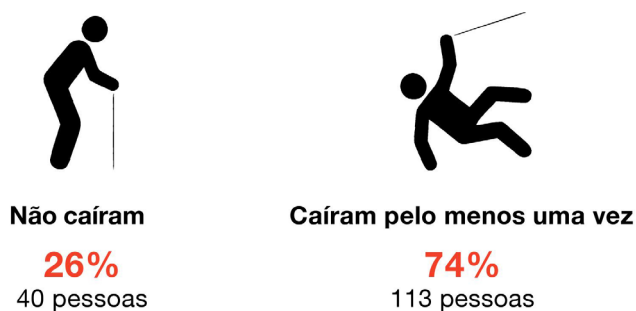


Figura 23 Número de inquiridos que já tinham caído de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 23)

Cerca de 3/4 dos inquiridos já tinham caído pelo menos uma vez.

Problema:

As quedas nas pessoas com 65 anos é um fenómeno com bastante incidência.

Necessidade:

- Este tipo de população necessita de soluções, que previnam e minimizem os efeitos e o impacto físico das quedas.



Figura 24 Distribuição por sexo dos inquiridos de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos que tinham caído.

Análise: (relativa à Figura 24)

Dos inquiridos que já tinham caído pelo menos uma vez no último ano, 68% eram do sexo feminino e 32% do sexo masculino.

As quedas nas pessoas com 65 ou mais anos, são um fator comum a ambos os sexos, mas há uma maior incidência no sexo feminino.

A distribuição por sexos dos indivíduos que já tinham caído, foi igual à distribuição dos sexos de todos os inquiridos.

Problema:

As quedas das pessoas com 65 ou mais anos, são comuns no sexo masculino e feminino, contudo são os indivíduos do sexo feminino que mais caem.

Necessidade:

- Os produtos para prevenção e minimização das quedas neste tipo de população, devem prestar especial atenção aos comportamentos característicos do sexo feminino, sem ignorar os comportamentos comuns aos dois sexos e próprios do sexo masculino.

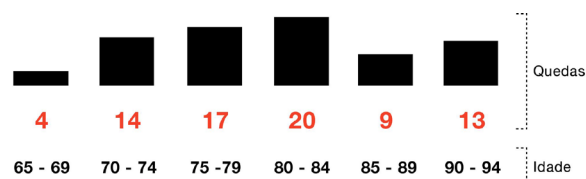


Figura 25 Número de quedas anteriores a 2011 versus a idade dos inquiridos de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 25)

Os intervalos etários em que se situaram o maior número de quedas anteriores a 2011 entre os inquiridos foram, o dos 80 e 84 anos (20 quedas); o dos 75 e 79 anos (17 quedas); e dos 70 e 74 anos (14 quedas).

Problema:

Com o aumento da idade aumenta também o número de quedas.

É entre os 70 e os 84 anos que os inquiridos mais caíram.

Necessidade:

- Com o aumento do risco de quedas a agravar-se a partir dos 70 anos, as soluções de minimização desse risco devem ter em consideração as alterações físicas e cognitivas deste grupo de população.

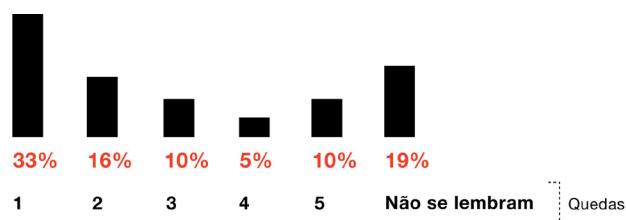


Figura 26 Número de quedas dos inquiridos anteriores a 2011 de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 26)

Apesar de 33% dos inquiridos terem caído pelo menos uma vez antes de 2011, aqueles que caíram mais do que um vez, na sua totalidade formam também um número significativo de quedas.

O número de inquiridos que não se lembram de ter caído é também significativo (19%).

Problema:

Os inquiridos com 65 ou mais anos caem pelo menos uma vez por ano e muitos caem várias vezes.

Necessidade:

Não foi extraída nenhuma necessidade dos dados relativos ao número de quedas.

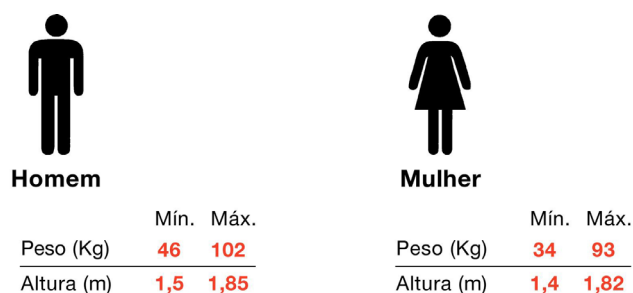


Figura 27 Variação mínima e máxima do peso e da altura dos inquiridos de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 27)

Nos homens o peso dos inquiridos que caíram situa-se entre os 46 e os 102 Kg.

Nas mulheres o peso dos inquiridos que caíram situa-se entre os 34 e os 93 Kg.

Nos homens o peso máximo (102 Kg) é mais elevado do que nas mulheres (93 Kg).

A altura máxima dos inquiridos homens (1,85 m) em relação ao peso máximo (102 Kg) demonstra que é comum o excesso de peso nesta população. O mesmo acontece com as mulheres.

A altura mínima dos inquiridos homens (1,5 m) em relação ao peso mínimo (46 Kg) demonstra que é comum o excesso de peso nesta população.

Problema:

Os inquiridos que relataram ter caído situam-se num perfil de peso e altura muito heterogéneo.

O excesso de peso e aumento da massa corporal é comum nos inquiridos que caem.

A variação da altura mínima e máxima é muito elevada.

Necessidade:

- As pessoas com 65 ou mais anos podem ter uma variação de massa corporal muito grande, sendo necessário que os produtos vestíveis sejam facilmente adaptáveis a essas variações corporais.



Figura 28 Locais onde ocorreram mais quedas de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 28)

As quedas que os inquiridos relataram aconteceram em espaços interiores e exteriores numa proporção muito próxima, 48% e 40% respectivamente. Contudo, foram relatadas mais quedas em espaços interiores.

Problema:

As quedas nas pessoas com 65 ou mais anos ocorrem tanto em ambientes interiores como exteriores.

Necessidade:

- É necessário que os produtos vestíveis para este tipo de população sejam adaptáveis e mantenham os níveis de conforto pretendidos, quer em ambientes interiores, quer exteriores.
- A variação da temperatura, de transpiração e o nível de mobilidade, próprios de ambientes interiores e exteriores terão de ser considerados.

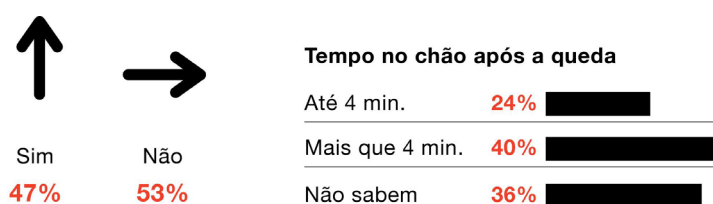


Figura 29 Capacidade de se levantarem sozinhos após a queda e o tempo de permanência no chão, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 29)

Mais de metade dos inquiridos que caíram não se conseguiram levantar sozinhos após a queda.

Cerca de 1/4 dos inquiridos que caíram (24%) ficaram até 4 minutos no chão após a queda.

De salientar que 40% ficou mais de 4 minutos no chão após a queda.

Problema:

Grande parte das pessoas com 65 ou mais anos têm grande dificuldade em se levanta-

rem sozinhas após uma queda.

O tempo que estas pessoas permanecem no chão após a queda pode ser superior a 4 minutos.

Necessidade:

- As pessoas com 65 ou mais anos podem precisar de ajuda para se levantarem após uma queda.
- O facto de poderem ficar muito tempo no chão pode indiciar que ficam incapazes de se mover e/ou de pedir ajuda, a existência de alarmes, ou automatismos que façam esse pedido pode ser conveniente.
- Um dispositivo que indique mudança de posição súbita e o tempo de permanência nessa posição pode ser relevante.

Contusões	35%	<div></div>
Fraturas	28%	<div></div>
Sem lesões	11%	<div></div>
Entorses	8%	<div></div>
Outras lesões	4%	<div></div>
Laceração com sutura	3%	<div></div>
Lesão na cabeça com laceração	2%	<div></div>
Lesão na cabeça sem laceração	2%	<div></div>
Laceração sem sutura	1%	<div></div>

Figura 30 Lesões provenientes de quedas, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 30)

As contusões e as fraturas foram as lesões mais predominantes entre os inquiridos que caíram, 35% e 28% respectivamente.

O risco de lesões graves provenientes de quedas neste tipo de população é elevado.

Problema:

Muitas das pessoas com 65 ou mais anos em risco de cair e que já caíram, tiveram como lesões contusões e fracturas.

Necessidade:

- A minimização de lesões graves provenientes de quedas nas pessoas com 65 ou mais anos.
- Proteção das regiões corporais mais susceptíveis a lesões.
- A proteção dessas regiões deve minimizar o risco de fratura.

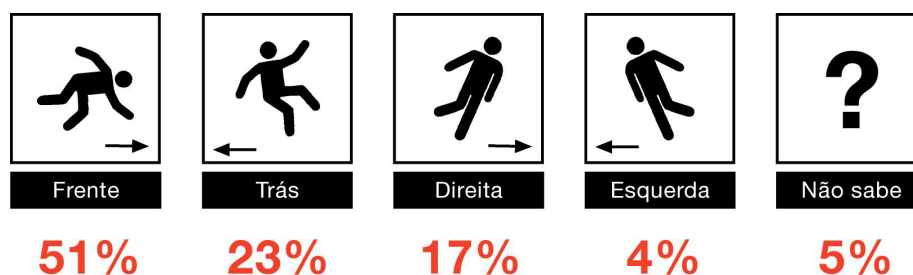


Figura 31 Distribuição de incidência da direcção em que ocorreram as quedas, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 31)

As quedas relatadas pelos inquiridos ocorrem para todas as direcções, para a frente, para trás, para o lado direito e esquerdo.

Para cerca de metade dos inquiridos que caíram, as quedas ocorreram para a frente.

Para cerca de 1/4 dos inquiridos as quedas ocorreram para trás.

Estes resultados reforçam os indicadores de regiões afectadas pelas quedas obtidos no ponto anterior.

Problema:

Embora as quedas ocorram para todas as direcções relatadas pelos inquiridos é para a frente e para trás que ocorrem com mais frequência

A possibilidade de lesões graves nos joelhos e nas mãos, pode impossibilitar o indivíduo de se levantar, ou até mesmo de chamar ajuda (utilização de um telemóvel)

Necessidade:

- Protecção das principais regiões corporais, que no caso da queda ser para a frente, são tipicamente aquelas que terão o primeiro contacto no solo (joelhos, pulsos e mãos, cabeça, tórax).
- Perante a possibilidade do indivíduo que cai ficar inconsciente, ou incapacitado de chamar ajuda, formas de deteção de quedas e dispositivos de alerta podem minimizar as consequências negativas derivadas de quedas.

Análise: (relativa à Figura 32)

As regiões corporais onde foram indicadas lesões derivadas de quedas entre os inquiridos situam-se nas principais articulações.

Os joelhos, a cabeça e os pulsos foram as regiões mais afectadas por quedas.

As regiões do tórax, da anca, do sacro, dos cotovelos, dos tornozelos e dos ombros foram também identificadas pelos inquiridos como regiões afectadas pelas quedas.

A região da anca neste estudo, é a que tem menor incidência de lesões. Este facto é contraditório com os resultados obtidos pela análise da literatura, em que a anca é a região mais afectada por quedas entre a população idosa.

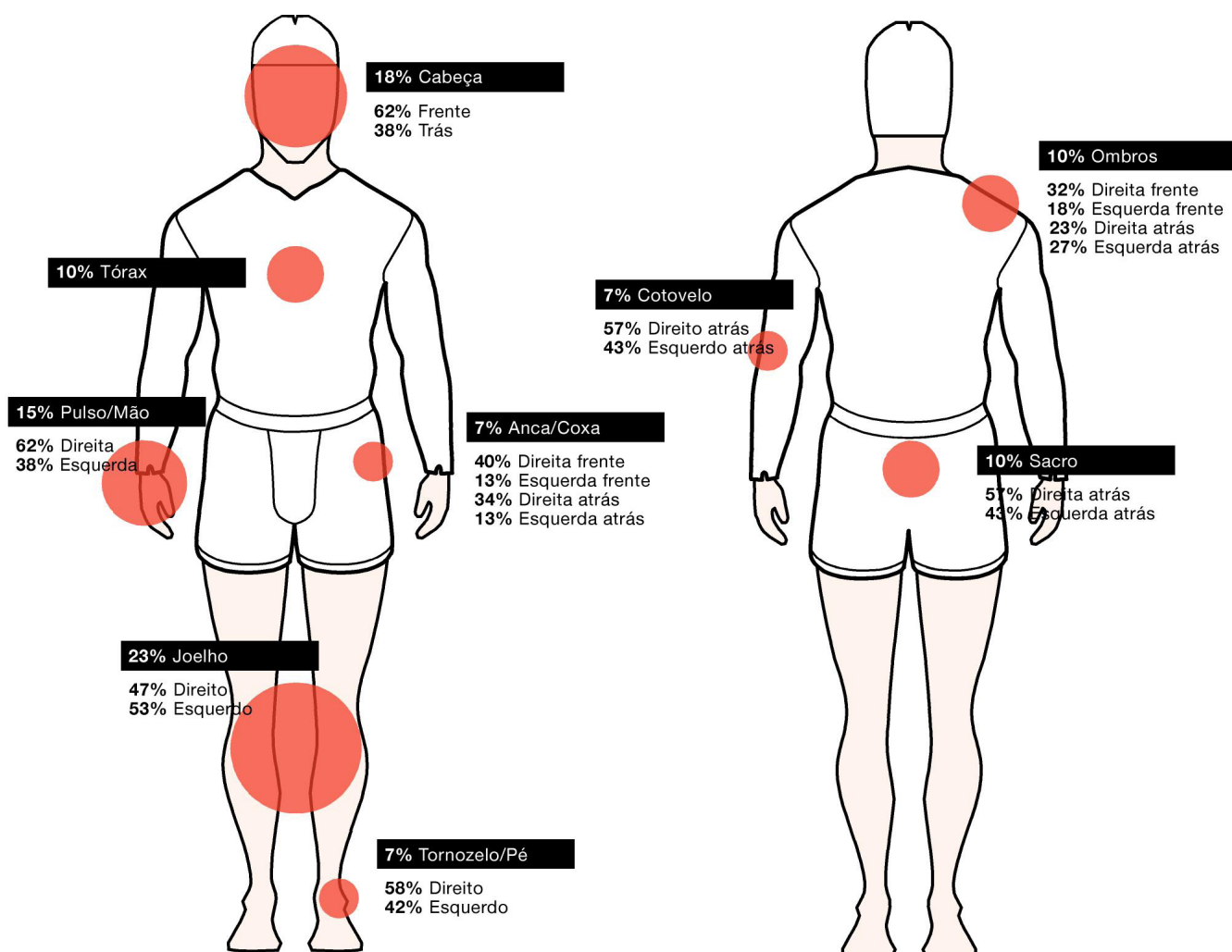


Figura 32 Regiões corporais que foram afectadas quedas e incidência de lesões, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Problema:

As quedas podem provocar lesões físicas nas pessoas com 65 ou mais anos.

As principais articulações são as regiões corporais mais afetadas pelas quedas e sujeitas a lesões.

Necessidade:

- Proteção das principais articulações de forma a minimizar possíveis lesões provenientes de quedas.
- Otimização da proteção das articulações com maior incidência de possíveis lesões, como os joelhos, a cabeça e os pulsos.

7.2.6 Impacto económico das quedas

O impacto económico das quedas para os sistemas de saúde e de segurança social a um nível global foram já demonstrados neste trabalho (ver Parte I, Cap. 5). Contudo, em nosso entender, falta perceber o impacto económico que as quedas têm a um nível individual, ou seja, quais são os custos para o indivíduo que cai e em que tipo de serviços são gastos.

Esta dimensão do inquérito pretende identificar qual o impacto económico das quedas ao nível do indivíduo que cai. Para isso foram recolhidos dados dos inquiridos que caíram sobre os gastos anuais com serviços e tratamentos, os gastos mensais com medicação para doenças e lesões, assim como gastos com reabilitação de lesões provenientes de quedas.

Por ano

Até 100 €	45%	
Nenhum	32%	
Até 200 €	15%	
Até 500 €	4%	
Mais de 500 €	4%	

Figura 33 Gastos com serviços e tratamentos de doenças e lesões provenientes de quedas, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 33)

Os custos anuais que os inquiridos relataram ter com serviços e tratamentos derivados de quedas podem atingir para 45% dos indivíduos os 100 euros.

Cerca de 1/3 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com as quedas.

É de salientar que para 15% dos inquiridos os gastos podem chegar aos 200 euros e cerca de 4% declara que podem mesmo ter ido até aos 500 ou mais euros.

Problema:

Uma grande parte das pessoas com 65 ou mais anos tem um custo anual com serviços ou tratamentos derivados de quedas que pode ir até aos 100 euros.

Necessidade:

- Redução dos gastos com serviços e tratamentos de doenças e lesões provenientes de quedas em indivíduos em risco de cair.

Análise: (relativa à Figura 34)

Os custos mensais que os inquiridos relataram ter com medicação para o tratamento de doenças, ou lesões derivadas de quedas podem atingir para 43% dos indivíduos os 20 euros.

Cerca de 1/3 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com as quedas.

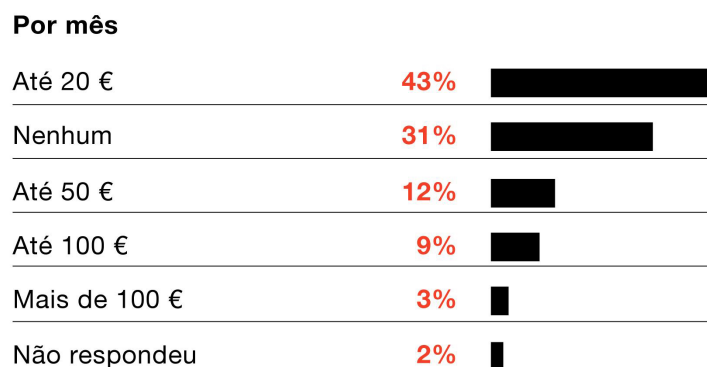


Figura 34 Gastos com medicação de doenças e lesões provenientes de quedas, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Para 12% dos inquiridos os gastos podem chegar aos 50 euros, cerca de 9% declara que podem mesmo ter gastos até aos 100 euros, e 3% supera mesmo os 100 euros.

Problema:

Uma grande parte das pessoas com 65 ou mais anos têm custos mensais com medicação para o tratamentos de doenças, ou lesões derivados de quedas.

Necessidade:

- Minimização das doenças e lesões físicas provenientes de quedas em seniores em risco de cair, de forma a diminuir os custos com medicação.

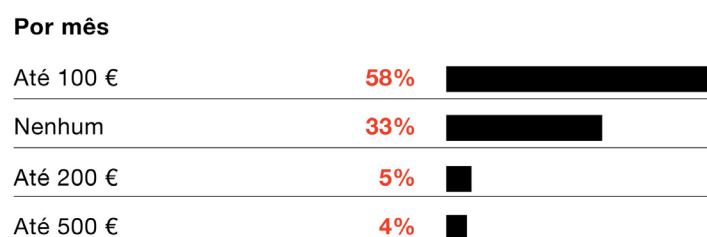


Figura 35 Gastos com reabilitação de lesões provenientes de quedas, de acordo com 113 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 35)

Os custos que os inquiridos relataram ter com reabilitação de lesões derivadas de quedas podem atingir para 58% dos indivíduos os 100 euros mensais.

Cerca de 1/3 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com reabilitação.

Para 5% dos inquiridos os gastos podem chegar aos 200 euros e cerca de 4% declara os custos podem mesmo atingir os 500 euros.

Problema:

Uma grande parte da população com 65 ou mais anos tem custos mensais com reabilitação que podem ir até aos 100 euros.

Necessidade:

- Redução dos custos com reabilitação de lesões provenientes de quedas .
- Minimização das lesões provenientes de quedas.

7.2.7 Informação relativa ao uso de roupa interior (underwear)

A necessidade de minimizar os efeitos físicos e económicos das quedas, faz-nos acreditar que um sistema vestível de protecção física e assistência ativa é um conceito capaz de minimizar as consequências físicas indesejadas, e de potenciar a assistência pós queda de forma mais ativa e eficaz.

Nesta dimensão o objetivo foi recolher dados dos inquiridos que quantificassem a incidência de uso de roupa interior na população com 65 ou mais anos de idade, assim como as tipologias mais usadas, a incidência de uso durante as diferentes estações do ano, os atributos mais procurados e valorizados pelos utilizadores, as características e zonas que podem ser melhoradas e, por fim, quais os sistemas de fecho e abertura que os utilizadores privilegiam.

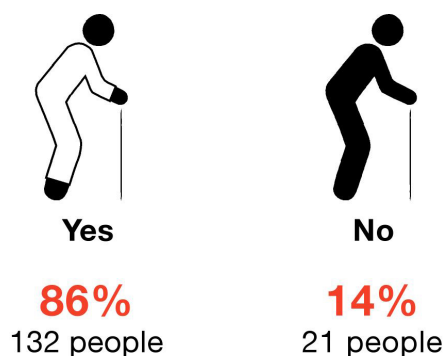


Figura 36 Inquiridos que normalmente usam roupa interior, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 36)

A grande maioria dos inquiridos (86%) relatou que normalmente usa.

Problema:

Não foi identificado nenhum problema derivado destes dados.

Necessidade:

- O uso de roupa interior em pessoas com 65 ou mais anos é uma prática comum a este tipo de população.

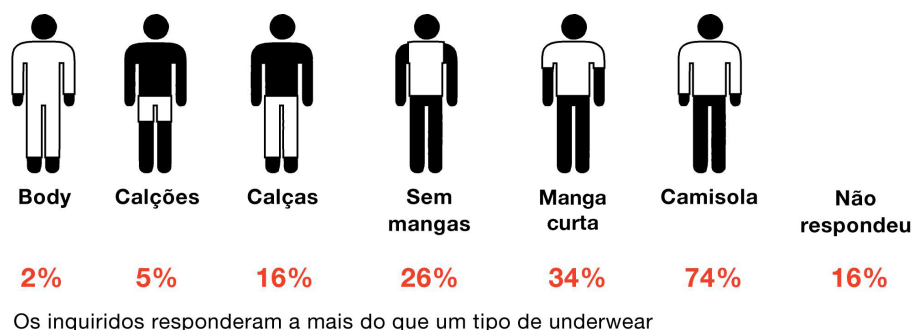


Figura 37 Tipologias de roupa interior mais usadas, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 37)

Os dados obtidos relativos às tipologias de roupa interior mais usadas pelos inquiridos demonstram que, embora com incidência de uso diferentes, as tipologias usadas são muito diversas.

A camisola é a tipologia mais usada pelos inquiridos, sendo a de manga comprida a mais usada (74%), seguida da de mangas curtas (34%) e a sem mangas (26%).

Embora com menor incidência de uso, os inquiridos relatam que também usam calças (16%), calções (5%) e body (2%).

Os inquiridos que não responderam (16%) podem corresponder ao número de inquiridos que não usam roupa interior.

Problema:

A utilização de peças de roupa interior para o tronco e membros superiores e inferiores, não é em muitos casos feita em simultâneo. A grande maioria dos indivíduos usa com mais frequência roupa interior no tronco e membros superiores do que nos inferiores.

Necessidade:

- No desenvolvimento de roupa interior para pessoas com 65 ou mais anos devem ser privilegiadas tipologias de peças para o tronco, membros superiores e inferiores, como camisola e calças.

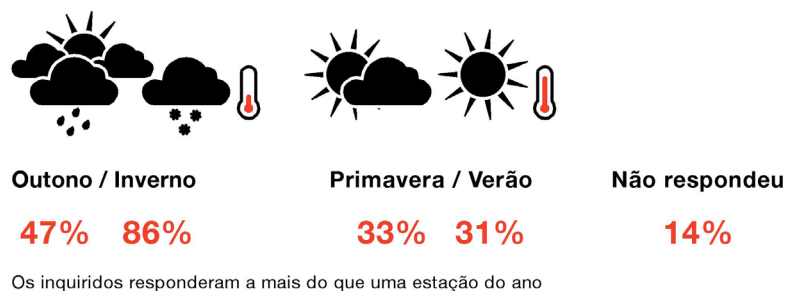


Figura 38 Incidência de uso de roupa interior durante o ano, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 38)

Apesar dos inquiridos declararem que usam roupa interior durante todo o ano, é nas estações do Outono e Inverno que o uso tem maior incidência.

A maior incidência de uso ocorre no Inverno (86%), contudo a incidência de uso durante as outras estações não apresenta valores muito díspares.

Muitos dos inquiridos usam underwear em várias estações durante o ano.

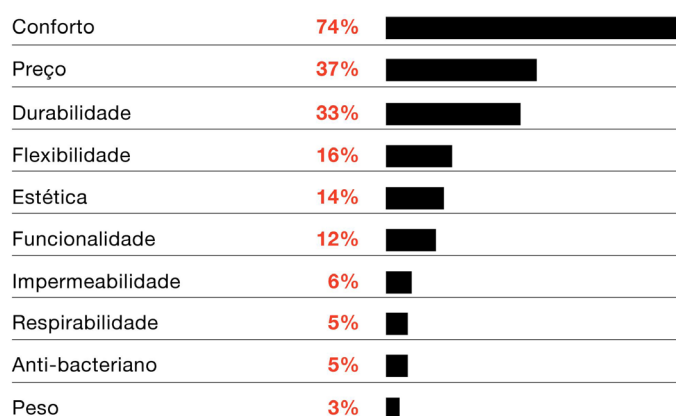
Os inquiridos que não responderam (14%) podem corresponder ao número de inquiridos que não usam roupa interior.

Problema:

O uso de roupa interior durante várias estações do ano, e de acordo com as amplitudes térmicas próprias de cada estação, pode influenciar o conforto e a capacidade de regulação da temperatura.

Necessidade:

- Tipologias e materiais aplicados que mantenham os níveis de conforto e de regulação da temperatura durante todo o ano.



Os inquiridos podiam optar por responder a mais do que um atributo.

Figura 39 Atributos mais procurados em roupa interior, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 39)

Os atributos mais procurados pelos inquiridos nas peças de roupa interior podem ser divididos em três grupos: os primários, como o conforto, o preço e a durabilidade; os secundários, como a flexibilidade, a estética e a funcionalidade; e os atributos técnicos, como a impermeabilidade, a capacidade de ser respirável, ser antibacteriano e o peso.

O conforto é o atributo com maior incidência no uso (74% dos inquiridos).

O preço e a durabilidade das peças de roupa interior foram também atributos bastante referenciados pelos inquiridos, 37% e 33% respectivamente.

De salientar que na faixa etária a que pertencem os inquiridos já há um pequeno grupo que privilegia atributos técnicos das peças de underwear.

Muitos dos inquiridos identificaram vários atributos em simultâneo.

Problema:

A aplicação de todos os atributos identificados pelos inquiridos pode comprometer os atributos primários (conforto, preço e durabilidade).

Necessidade:

- As pessoas com 65 ou mais anos privilegiam na roupa interior o conforto, o preço e a durabilidade.
- Outros atributos são também privilegiados.

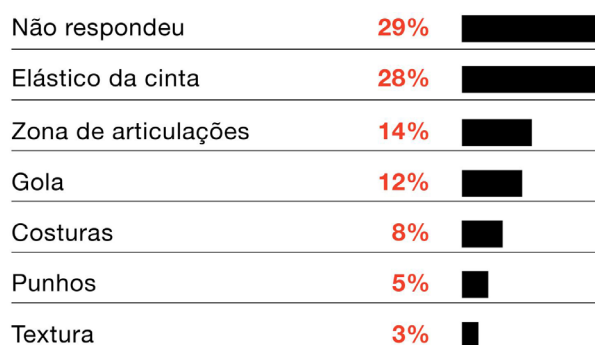


Figura 40 Zonas do underwear que podem ser melhoradas, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 40)

Cerca de 29% dos inquiridos não identificou nenhuma área nas peças de underwear que podem ser melhoradas.

O elástico da cintura foi a zona mais referenciada pelos inquiridos como a aquela que pode sofrer melhoras.

Com menor incidência de zonas que podem ser melhoradas, os inquiridos identificam a zona das articulações, a gola, as costuras, os punhos e a textura.

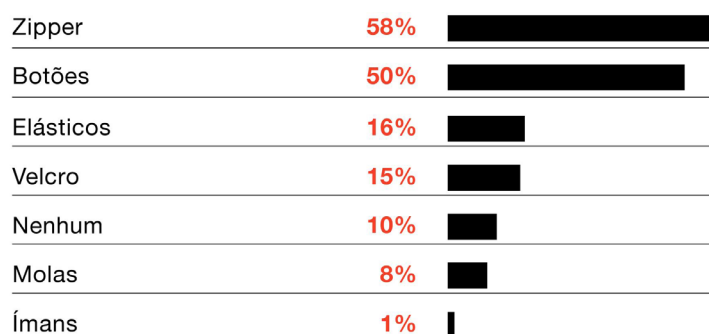
Problema:

O elástico da cintura, as zonas das articulações e a gola nas peças são zonas que podem afectar o conforto.

A tradicional localização das costuras nas peças pode também afectar o conforto.

Necessidade:

- A localização e força de aperto do elástico localizado na cintura deve permitir os níveis de conforto próprios deste tipo de população.
- A tipologia da gola deve estar adaptada à diminuição dos níveis de mobilidade característico deste tipo de população.
- A localização das costuras deve permitir manter os níveis de mobilidade e de conforto.



Os inquiridos responderam a mais do que um tipo de fecho

Figura 41 Sistemas de abertura e fecho mais apropriados, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

Análise: (relativa à Figura 41)

As formas de abertura e fecho das peças de roupa interior mais apropriadas para os inquiridos são o fecho zipper (58%) e os botões (50%).

Os elásticos e o velcro, embora com menor incidência, também foram identificados como apropriados para abertura e fecho das peças de underwear.

Cerca de 10% dos inquiridos não identificou nenhuma forma de fecho e abertura como a mais apropriada.

Problema:

A maioria dos inquiridos identificam os dois métodos tradicionais de abertura e fecho, como o zipper e os botões, como os mais apropriados.

Necessidade:

- No caso da existência de sistemas de fecho e abertura das peças de roupa interior deve privilegiar-se os métodos tradicionais e comuns a este tipo de população.
- O fecho zipper e os botões devem ter a forma e dimensões apropriadas às limitações físicas deste tipo de população.

7.2.8 Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação

Os primeiros momentos que procedem uma queda com lesões, podem ser determinantes para a minimização de consequências indesejadas, como dor ou agravamento da lesão, ou até mesmo determinantes para a sobrevivência do indivíduo. Desta forma uma assistência mais rápida e eficaz no momento pós-queda pode ser uma ação preponderante nessa minimização, sendo a comunicação entre vítimas e assistência um fator essencial para a rapidez e eficácia do auxílio.

Nesta dimensão o objetivo foi recolher dados dos inquiridos que quantificassem o uso e o tipo de equipamentos de comunicação na população com 65 ou mais anos de idade.

Análise: (relativa à Figura 42)

O número de inquiridos que utiliza equipamentos de comunicação com frequência é

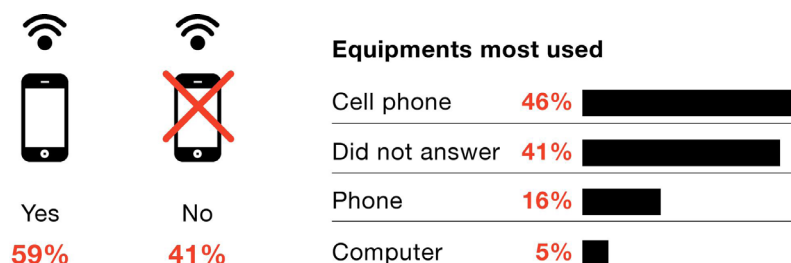


Figura 42 Utilização de equipamentos de comunicação, de acordo com 153 pessoas com 65 ou mais anos.

muito similar ao que não usa nenhum tipo de equipamento, 59% e 41% respectivamente.

O equipamento de comunicação mais utilizado é o telemóvel.

O equipamento menos utilizado é o computador. Contudo, já há um pequeno grupo que utiliza este equipamento.

Alguns dos inquiridos identificaram a utilização de vários equipamentos.

Problema:

Uma parte significativa dos inquiridos não usam qualquer tipo de equipamento de comunicação.

A utilização de equipamentos de comunicação, como o computador, ainda têm uma incidência de uso pouco acentuada nas pessoas com 65 ou mais anos.

Necessidade:

- Potenciar o aumento do uso de equipamentos móveis de comunicação nas pessoas com 65 ou mais anos, como o telemóvel, o telefone e o computador.

7.3 Tratamento dos dados do inquérito B: conclusões, identificação de problemas e extração de necessidades

Neste ponto são apresentados os principais resultados obtidos da aplicação do inquérito B. Tal como o inquérito A, para cada dimensão é apresentada uma figura, ou gráfico, que ilustram os dados obtidos para cada questão colocada nas diferentes dimensões do inquérito. São também apresentadas as principais conclusões retiradas desses dados. Posteriormente essas conclusões foram transformadas em frases que descrevem problemas. O passo seguinte consiste na análise dos problemas e na extração de necessidades.

7.3.1 Informação geral

Esta informação corresponde aos dados relacionados com a caracterização da amostra mediante o tipo de actividade exercida pelos inquiridos, a distribuição etária, a distribuição por sexo, por estado civil e habilitações literárias, de acordo com as 78 pessoas que responderam ao inquérito.





Familiar	53%	
Não respondeu	29%	
Fisioterapeuta	9%	
Acompanhante	9%	

Figura 43 Distribuição do perfil dos 78 inquiridos de acordo com a actividade exercida.

Análise: (relativa à Figura 43)

A maioria dos inquiridos foram familiares de pessoas com 65 ou mais anos (53%), 29% não respondeu e 9% de fisioterapeutas e acompanhantes.

Problema:

A baixa participação de inquiridos fisioterapeutas.

Nenhuma participação de inquiridos médicos.

Os familiares são aqueles que estão mais próximos dos indivíduos seniores em risco de cair.

Necessidade:

- A participação de familiares, fisioterapeutas, acompanhantes e de médicos, no desenvolvimento de soluções para a minimização das lesões provenientes de quedas, é uma importante fonte de informação na obtenção de resultados que melhorem a performance dessas soluções.

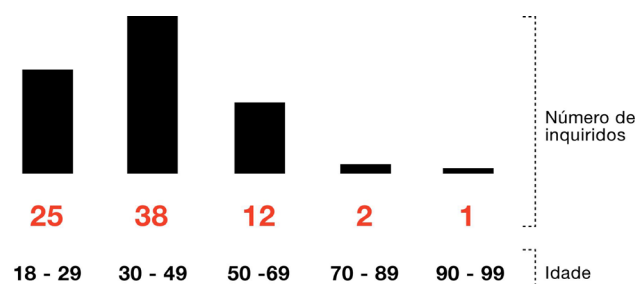


Figura 44 Distribuição etária dos 78 inquiridos.

Análise: (relativa à Figura 44)

A distribuição etária dos inquiridos é bastante heterogénea, contrariamente ao que acontece com os inquiridos de 65 ou mais anos

O maior número de inquiridos situa-se no intervalo etário entre os 30 e 49 anos.

Foram os intervalos dos 18 - 29 anos e dos 30 - 49 anos que tiveram o maior número de inquiridos com 25 e 38 indivíduos, respetivamente.

Problema:

Os intervalos etários onde se situaram a maioria dos inquiridos tem um pico de incidência entre os 30 e os 49 anos.

Necessidade:

- Soluções que acompanhem a evolução física, sensorial e cognitiva da população na meia idade.

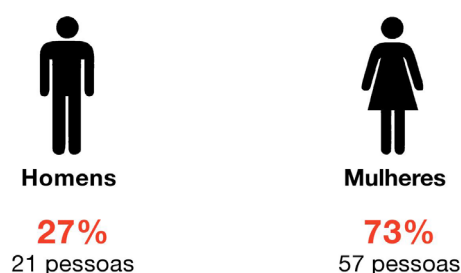


Figura 45 Distribuição por sexo dos 78 inquiridos.

Análise: (relativa à Figura 45)

Os indivíduos do sexo feminino tiveram uma maior incidência de inquiridos, com cerca de 3/4.

Problema:

As pessoas que normalmente acompanham os indivíduos com 65 ou mais anos de idade são tendencialmente do sexo feminino.

Necessidade:

- Os produtos ou serviços para estas faixas etárias devem prestar especial atenção aos comportamentos característicos do sexo feminino, sem ignorar os comportamentos comuns aos dois sexo e próprios do sexo masculino.

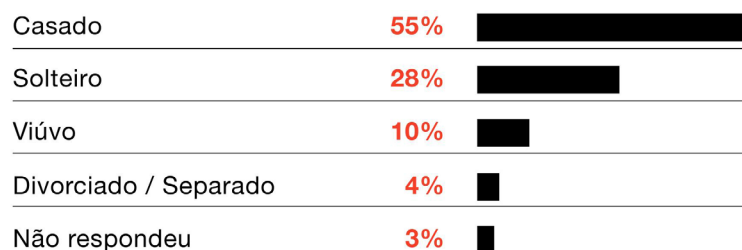


Figura 46 Distribuição dos 78 inquiridos por estado civil.

Análise: (relativa à Figura 46)

Metade dos inquiridos eram casados.

Cerca de 1/3 eram solteiros.

Cerca de 1/10 viúvos.

Problema:

O conjunto dos indivíduos que eram casados, indicam uma forte probabilidade de estarem muito tempo dedicados às suas famílias, aumentando o risco de as pessoas com 65 ou mais anos estarem mais tempo sozinhas.

Necessidade:

- Grande parte dos indivíduos com 65 ou mais anos de idade passam muito tempo sozinhos.
- Poderá haver a necessidade de poderem estar mais acompanhados, ou terem acesso a sistemas de comunicação que lhes permita diminuir a solidão.







Ensino superior	32%	
Ensino secundário	24%	
Ensino primário	21%	
Ensino básico	15%	
Não respondeu	5%	
Nenhum	3%	

Figura 47 Distribuição dos 78 inquiridos por habilitações literárias.

Análise: (relativa à Figura 47)

Cerca de 1/3 dos inquiridos tinham formação superior.

Cerca de 1/4 dos inquiridos tinha o ensino secundário.

Ao contrário do que acontece com as pessoas com 65 ou mais anos, a maioria destes inquiridos detinha graus de formação mais alta.

Problema:

Os altos níveis de escolaridade dos inquiridos podem facilitar o acesso a sistemas e/ou produtos mais tecnológicos com grande complexidade no uso.

Este tipo de população e as futuras gerações de seniores está mais familiarizada com a utilização de produtos mais complexos.

Necessidade:

- Os produtos ou sistemas para este tipo de população devem ser de uso intuitivo e com base em elementos e acções que sejam familiares aos indivíduos.

7.3.2 Historial de quedas em pacientes e familiares

Esta dimensão contém informação correspondente aos dados relacionados com a caracterização da amostra de inquiridos mediante o seu historial de quedas, ou seja, a quan-

tificação dos inquiridos que já caíram, a incidência da direção em que podem ocorrer as quedas, assim como aos dados que quantificam as regiões do corpo afetadas através de lesões por essas quedas e a incidência das lesões.



Figura 48 Número de familiares ou pacientes dos 78 inquiridos que já tinham caído.

Análise:

Cerca de 3/4 dos inquiridos que conheciam pelo menos uma pessoa que já tinham caído.

Problema:

As quedas nas pessoas com 65 anos é um fenómeno com bastante incidência.

Necessidade:

- Este tipo de população necessita de soluções que previnam e minimizem os efeitos e o impacto físico das quedas.

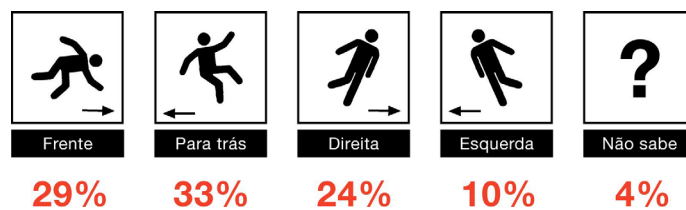


Figura 48 Número de familiares ou pacientes dos 78 inquiridos que já tinham caído.

Análise: (relativa à Figura 48)

As quedas relatadas pelos inquiridos ocorrem para todas as direções, para a frente, para trás, para o lado direito e esquerdo.

Para cerca de 33% dos inquiridos, as quedas ocorreram para trás, para 29% ocorreram para a frente. Estes dados são contraditórios com os obtidos no modelo A do inquérito, as quedas para a frente tiveram uma incidência de 51% e de 23% para trás.

Estes resultados reforçam os indicadores de regiões afetadas pelas quedas obtidos no ponto anterior com maior incidência (cotovelos e sacro).

Problema:

Embora as quedas ocorram para todas as direções relatadas pelos inquiridos é para a frente e para trás que ocorrem com mais frequência.

A possibilidade de lesões graves nos joelhos e nas mãos, pode impossibilitar o indivíduo de se levantar, ou até mesmo de chamar ajuda (utilização de um telemóvel).

Necessidade:

- Proteção das principais regiões corporais, que no caso da queda ser para a frente, são tipicamente aquelas que terão o primeiro contacto com o solo (joelhos, pulsos e mãos, cabeça, tórax).
- Perante a possibilidade do indivíduo que cai ficar inconsciente, ou incapacitado de chamar ajuda, formas de deteção de quedas e dispositivos de alerta podem minimizar as consequências.

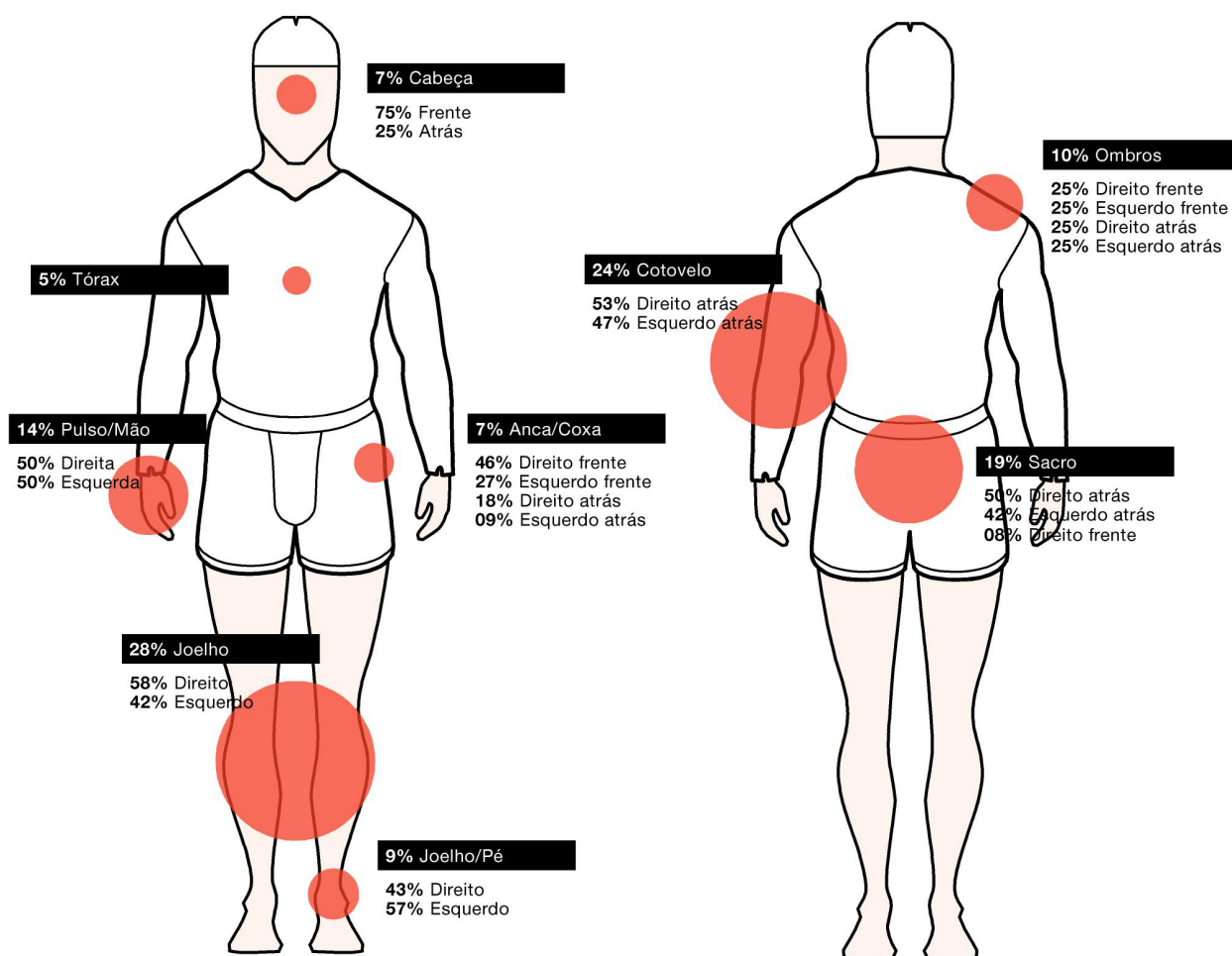


Figura 50 Regiões corporais que foram afectadas por quedas e incidência de lesões, de acordo com os 58 familiares e pacientes.

Análise: (relativa à Figura 50)

As regiões corporais onde foram indicadas lesões derivadas de quedas entre os inquiridos situam-se nas principais articulações.

Os joelhos, os cotovelos e o sacro foram as regiões mais afetadas por quedas.

As regiões dos pulsos, dos ombros e dos tornozelos foram identificadas com uma incidência que varia entre os 14% e os 9%; já nas regiões da cabeça, da anca e do tórax situa-se entre os 7% e os 6%.

A região da anca neste estudo, é das que tem menor incidência de lesões, este facto é contraditório com os resultados obtidos pela análise da literatura, em que a anca é a região mais afetada por quedas entre a população idosa.

Problema:

As quedas podem provocar lesões físicas nas pessoas com 65 ou mais anos.

As principais articulações são as regiões corporais mais afetadas pelas quedas e sujeitas a lesões.

Necessidade:

- Proteção das principais articulações de forma a minimizar possíveis lesões provenientes de quedas.
- Otimização da proteção das articulações com maior incidência de possíveis lesões, como os joelhos, cotovelos e sacro.

7.3.3 Impacto económico das quedas

Esta dimensão do inquérito pretende identificar e analisar qual o impacto económico das quedas nos 58 indivíduos com mais de 65 anos do ponto de vista e percepção dos familiares, fisioterapeutas e acompanhantes que responderam ao inquérito. Para isso foram recolhidos dados dos inquiridos sobre os gastos anuais com serviços e tratamentos, os gastos mensais com medicação para doenças e lesões, assim como gastos com reabilitação de lesões provenientes de quedas.

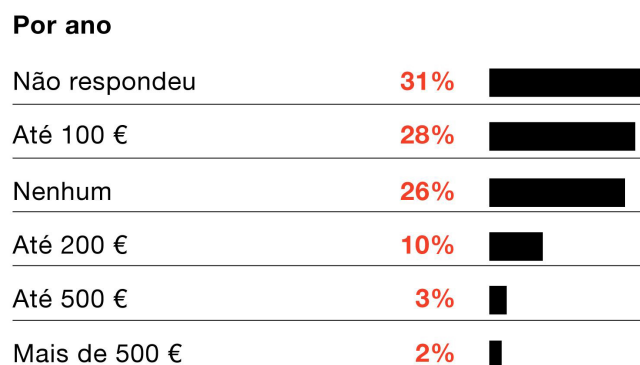


Figura 51 Gastos com serviços e tratamentos de doenças e lesões provenientes de quedas, de acordo com os 58 familiares e pacientes.

Análise: (relativa à Figura 51)

A percepção dos custos anuais que os inquiridos relataram ter com serviços e tratamentos derivados de quedas nos seus familiares ou pacientes podem atingir para 28% dos indivíduos os 100 euros.

Cerca de 1/4 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com as quedas.

É de salientar que para 10% dos inquiridos, a percepção dos gastos dos familiares e pacientes podem chegar aos 200 euros e cerca de 3% declara que podem mesmo ter ido até aos 500 euros.

Problema:

A percepção dos familiares, fisioterapeutas e acompanhantes é que os gastos anuais com serviços e tratamentos de lesões físicas provenientes de quedas em seniores em risco de cair, atinge frequentemente valores até aos 100 euros e pode mesmo em alguns casos ser superior a 500 euros.

Necessidade:

- Redução dos gastos com serviços e tratamentos de doenças e lesões provenientes de quedas em indivíduos em risco de cair.

Por mês

Não respondeu	31%	
Nenhum	28%	
Até 50 €	17%	
Até 20 €	14%	
Até 100 €	7%	
Mais de 100 €	3%	

Figura 52 Gastos com medicação de doenças e lesões provenientes de quedas, de acordo com os 58 familiares e pacientes.

Análise: (relativa à Figura 52)

A percepção dos custos mensais que os inquiridos relataram que os familiares e pacientes terão com medicação para o tratamento de doenças, ou lesões derivadas de quedas podem atingir para 17% dos indivíduos os 50 euros.

Cerca de 1/4 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com as quedas.

Para 14% dos inquiridos os gastos podem chegar aos 20 euros, cerca de 7% declara que podem mesmo ter gastos até aos 100 euros e 3% supera mesmo os 100 euros.

Problema:

Uma grande parte das pessoas com 65 ou mais anos têm custos mensais com medicação para o tratamentos de doenças, ou lesões derivados de quedas.

Necessidade:

- Minimização das doenças e lesões físicas provenientes de quedas em seniores em risco de cair, de forma a diminuir os custos com medicação.

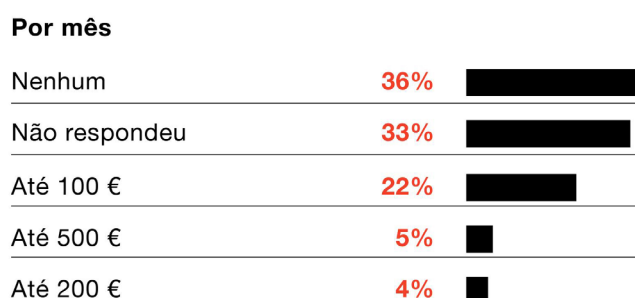


Figura 53 Gastos com reabilitação de lesões provenientes de quedas, de acordo com os 58 familiares e pacientes que caíram.

Análise: (relativa à Figura 53)

A percepção dos custos que os inquiridos relataram em familiares e pacientes com reabilitação de lesões derivadas de quedas podem atingir para 22% dos indivíduos os 100 euros mensais.

Mais de 1/3 dos inquiridos não teve qualquer gasto relacionado com reabilitação.

Para 5% dos inquiridos os gastos podem chegar aos 500 euros, cerca de 4% declara que os custos podem chegar até aos 200 euros.

Problema:

Uma grande franja da população com 65 ou mais anos tem custos mensais com reabilitação que atingem frequentemente os 100 euros.

Necessidade:

- Redução dos custos com reabilitação de lesões provenientes de quedas .
- Minimização das lesões provenientes de quedas.

7.4 Resumo das necessidades extraídas dos inquéritos A e B

Posteriormente à análise dos dados obtidos em cada dimensão dos inquéritos, realizados a pessoas com 65 ou mais anos (A), a familiares, fisioterapeutas e acompanhantes (B), sob a forma de formulação de problemas derivados das conclusões dos dados, foram extraídas necessidades da população que cai. Essas necessidades foram categorizadas pelas dimensões constituintes dos inquéritos.

O passo seguinte, consistiu na eliminação de necessidades duplicadas em dimensões comuns aos dois modelos dos inquéritos (Tabela 17). As necessidades duplicadas encontram-se sublinhadas para a sua melhor identificação. Estas necessidades foram extraídas quer de pessoas com 65 ou mais anos, quer de familiares, fisioterapeutas e acompanhantes.

O número final de necessidades extraídas dos inquéritos foi de 45, as necessidades foram numeradas por ordem crescente de maneira a facilitar a identificação de cada uma nos passos seguintes: validar que ainda não existe solução para as necessidades (ver Cap. 9); e na transformação dessas necessidades em requisitos (Parte III, Cap. 10).

Tabela 17 Totalidade das necessidades extraídas dos inquéritos realizado a pessoas com 65 ou mais anos, familiares, fisioterapeutas e acompanhantes.

<p>Informação geral</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Esta faixa etária da população necessita de soluções que acompanhem durante um período de tempo, muitas vezes superior a 19 anos, a evolução física, sensorial e cognitiva da população sénior. 2. A participação de familiares, fisioterapeutas, acompanhantes e de médicos, no desenvolvimento de soluções para a minimização das lesões provenientes de quedas, é uma importante fonte de informação na obtenção de resultados que melhorem a performance dessas soluções. 3. Soluções projetadas de acordo com as limitações físicas e cognitivas deste grupo de população. 4. Os produtos ou serviços para estas faixas etárias devem prestar especial atenção aos comportamentos característicos do sexo feminino, sem ignorar os comportamentos comuns aos dois sexo e próprios do sexo masculino. 5. Grande parte dos indivíduos com 65 ou mais anos de idade, passam muito tempo sozinhos. 6. Poderá haver a necessidade de estarem mais acompanhados, ou terem acesso a sistemas de comunicação que lhes permita diminuir a solidão. 7. Os produtos ou sistemas para este tipo de população devem ser de uso intuitivo e com base em elementos e ações que sejam familiares aos indivíduos com 65 ou mais anos.
<p>Historial médico</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. É necessário um acompanhamento continuado das pessoas com 65 ou mais anos. 9. O ritmo cardíaco, os níveis de insulina, e a tensão arterial devem ser parâmetros a controlar.
<p>Circunstâncias sociais</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. É necessário garantir que as pessoas com 65 ou mais anos e mesmo aquelas que vivem em instituições de acolhimento, possam ter as condições necessárias para preservarem a sua independência na mobilidade.
<p>Atividade física</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. A utilização de roupa que permita uma boa mobilidade das articulações, enquanto os indivíduos caminham. 12. Roupa que permita ao indivíduo sénior, a capacidade de se vestir de forma autónoma. 13. Materiais que sejam fáceis de lavar e não necessitem de processos complexo para a sua limpeza.
<p>Historial de quedas</p> <ol style="list-style-type: none"> 14. Este tipo de população necessita de soluções, que previnam e minimizem os efeitos e o impacto físico das quedas. 15. Os produtos para prevenção e minimização das quedas neste tipo de população, devem prestar especial atenção aos comportamentos característicos do sexo feminino, sem ignorar os comportamentos comuns aos dois sexo e próprios do sexo masculino. 16. Com o risco de quedas a agravar-se a partir dos 70 anos, as soluções de minimização desse risco devem ter em consideração as alterações físicas e cognitivas deste grupo de população. 17. As pessoas com 65 ou mais anos podem ter uma variação de massa corporal muito grande, sendo necessário que os produtos vestíveis sejam facilmente adaptáveis a essas variações corporais.

(Continua)

Tabela 17 (continuação).

<p>18. É necessário que os produtos vestíveis para este tipo de população sejam adaptáveis e mantenham os níveis de conforto pretendidos, quer em ambientes interiores, quer exteriores.</p> <p>19. A variação da temperatura, transpiração e o nível de mobilidade, próprios de ambientes interiores e exteriores terão de ser considerados.</p> <p>20. As pessoas com 65 ou mais anos podem precisar de ajuda para se levantarem após uma queda.</p> <p>21. O facto de poderem ficar muito tempo no chão pode indiciar que ficam incapazes de se mover e/ou de pedir ajuda, a existência de alarmes, ou automatismos que façam esse pedido pode ser conveniente.</p> <p>22. Um dispositivo que indique mudança de posição súbita e o tempo de permanência nessa posição pode ser relevante.</p> <p>23. A minimização de lesões graves provenientes de quedas nas pessoas com 65 ou mais anos.</p> <p>24. Proteção das regiões corporais mais susceptíveis a lesões.</p> <p>25. A proteção dessas regiões deve minimizar o risco de fractura.</p> <p>26. Proteção das principais regiões corporais, que no caso da queda ser para a frente, são tipicamente aquelas que terão o primeiro contacto no solo (joelhos, pulsos e mãos, cabeça, tórax).</p> <p>27. Perante a possibilidade do indivíduo que cai ficar inconsciente, ou incapacitado de chamar ajuda, formas de detecção de quedas e dispositivos de alerta podem minimizar as consequências negativas derivadas de quedas.</p> <p>28. Proteção das principais articulações de forma a minimizar possíveis lesões provenientes de quedas.</p> <p>29. Optimização da proteção das articulações com maior incidência de possíveis lesões, como os joelhos, a cabeça e os pulsos.</p> <p>30. Optimização da proteção das articulações com maior incidência de possíveis lesões, como os joelhos, cotovelos e sacro.</p>
<p>Impacto económico das quedas</p> <p>31. Redução dos gastos com serviços e tratamentos de doenças e lesões provenientes de quedas em indivíduos em risco de cair.</p> <p>32. Minimização das doenças e lesões físicas provenientes de quedas em seniores em risco de cair, de forma a diminuir os custos com medicação.</p> <p>33. Redução dos custos com reabilitação de lesões provenientes de quedas.</p> <p>34. Minimização das lesões provenientes de quedas.</p>
<p>Informação relativa ao uso de roupa interior</p> <p>35. O uso de roupa interior em pessoas com 65 ou mais anos é uma prática comum a este tipo de população.</p> <p>36. No desenvolvimento de roupa interior para pessoas com 65 ou mais anos devem ser privilegiadas tipologias de peças para o tronco, membros superiores e inferiores, como camisola e calças.</p> <p>37. Tipologias e materiais aplicados que mantenham os níveis de conforto e de regulação da temperatura durante todo o ano.</p> <p>38. As pessoas com 65 ou mais anos privilegiam na roupa interior o conforto, o preço e a durabilidade.</p> <p>39. Outros atributos são também privilegiados como a estética, a flexibilidade e a funcionalidade.</p> <p>40. A localização e força de aperto do elástico localizado na cintura das peças deve permitir os níveis de conforto próprios deste tipo de população.</p> <p>41. A tipologia da gola deve estar adaptada à diminuição dos níveis de mobilidade característico deste tipo de população.</p> <p>42. A localização das costuras deve permitir manter os níveis de mobilidade e de conforto.</p> <p>43. No caso da existência de sistemas de fecho e abertura das peças deve privilegiar os métodos tradicionais e comuns a este tipo de população.</p> <p>44. O fecho de correr e os botões devem ter a forma e dimensões apropriadas às limitações físicas deste tipo de população.</p>
<p>Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação</p> <p>45. Potenciar o aumento do uso de equipamentos móveis de comunicação nas pessoas com 65 ou mais anos, como o telemóvel, o telefone e o computador.</p>

8. Identificação dos interessados na necessidade “stakeholders”

Na identificação dos interessados na necessidade (stakeholders) são analisadas as interações diretas e indiretas de todas as partes envolvidas, quer no uso do produto a desenvolver, quer no seu financiamento (Zenios et al. 2009). O propósito desta análise consiste em perceber como estas partes são afetadas pelas necessidades, contribuindo para a definição dos requisitos do produto.

A forma aqui utilizada para identificar e analisar os interessados nas necessidades, é constituída por quatro passos:

- o primeiro é a análise do processo de acontecimentos e consequências em caso de queda. Nesta aproximação são estudadas as variáveis situacionais, as consequências imediatas e posteriores das quedas, assim como, os intervenientes no tratamento e na recuperação;
- o segundo é a análise do ciclo/processo económico em caso de queda. Neste passo é seguido o fluxo de dinheiro desde a queda até ao tratamento e reabilitação das quedas, em diferentes cenários de gravidade de lesões;
- o terceiro consiste na identificação dos principais interessados nas necessidades, com base na identificação de pessoas, profissões, agentes e instituições identificadas nos pontos anteriores;
- o quarto, e último passo, consiste em estabelecer o perfil dos utilizadores potenciais do sistema que pretende desenvolver (produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa de seniores em caso de queda).

8.1 Análise do processo de acontecimentos / consequências em caso de queda

A caracterização das quedas nas pessoas com 65, ou mais anos, pode acontecer em diversos cenários e espaços (Cap. 7.2.5, Figura 28 quedas interiores e exteriores), ter diversas consequências (Cap. 7.2.5, Figura 30 consequências físicas da quedas), e abrangerem diversos protagonistas associados ao evento da queda, para além da pessoa que cai. A dificuldade em identificar uma queda típica – dado os inúmeros espaços, formas e tipos, em que as quedas podem ocorrer – levou a que a presente análise fosse feita perante 3 cenários de quedas com lesões associadas (lesões pouco severas, lesões severas, e lesões muito severas). O foco desta análise é a identificação de todos os intervenientes no processo de queda.

Consideremos pessoas com mais de 65 anos com níveis de mobilidade moderados, sem nenhuma doença do foro psicológico associada, mas com uma descalcificação óssea em progresso, muita vezes característica nesta idade. A Figura 54 mostra o processo inerente aos 3 cenários de quedas com lesões que podem ocorrer numa pessoa com as características atrás indicadas.

Um indivíduo pode cair por diversos fatores que influenciam a situação em que decorre uma queda. Esses fatores são aqui designados por variáveis situacionais. As variáveis englobam um conjunto de situações em como a queda pode ocorrer, devido a uma colisão, a um desmaio, ou até um simples tropeçar. As pessoas quando caem podem estar sozinhas, ou acompanhadas. Os locais onde ocorrem também podem ser muito distintos, desde os espaços interiores, como a casa, a instituição de acolhimento, o local de trabalho, em recintos desportivos, ou até mesmo em hospitais; até espaços situados no exterior, como os jardins públicos, a paragem do autocarro, a atravessar a rua, a andar de bicicleta, entre outros.

A sequência imediata à queda consiste num conjunto de consequências que podem

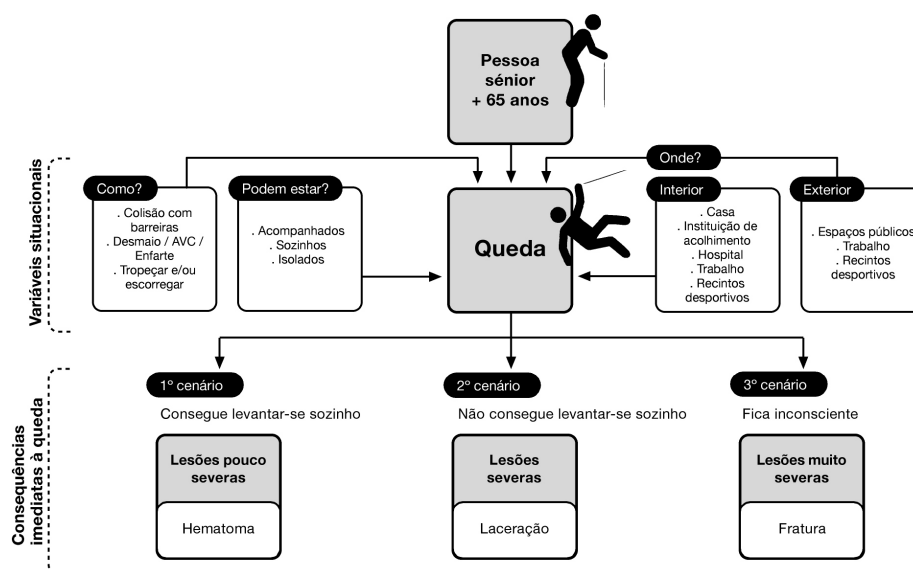


Figura 54 Análise do processo de acontecimentos através de das variáveis situacionais e das consequências imediatas à queda de pessoas com 65 ou mais anos em três cenários possíveis de lesões: Lesões pouco severas, lesões severas e muito severas.

acarretar lesões mais, ou menos graves, ou, simplesmente não ter passado de um bom susto. Nesta análise designamos estas ações de consequências imediatas à queda. Para isso, focamo-nos somente no caso de resultarem lesões da queda e estabelecemos 3 cenários possíveis:

1º cenário

Consegue levantar-se sozinho (Figura 55), resultam lesões pouco severas como pequenos hematomas. Foram considerados pequenos e grandes hematomas, sendo que para o primeiro tipo, a área de incidência limita-se a uma pequena zona do corpo, para o segundo as áreas afectadas pelo hematoma ocupam várias zonas. Neste cenário podem ocorrer duas possibilidades, a pessoa que cai prossegue normalmente o seu caminho, esperando que não surjam mais tarde outros sintomas, ou seja, recupera da lesão. Este momento do processo foi considerado como as consequências imediatas à queda.

No caso de posteriormente surgirem novos sintomas de possíveis lesões, a pessoa pode eventualmente contactar com o hospital e o seu médico de família, um familiar, ou uma farmácia, ou seja, não recupera da lesão. O hospital poderá por em prática um plano de diagnóstico, de tratamento e até mesmo, se necessário, de recuperação. No caso do contacto ser feito para um familiar este poderá efectuar um pré-diagnóstico e até mesmo prestar os primeiros cuidados. Perante esse pré-diagnóstico o familiar poderá contactar o hospital, ou centro de saúde para uma observação mais especializada. A pessoa que cai e, ou, um seu familiar podem também fazer o seu próprio diagnóstico da lesão e recorrer à ajuda de uma farmácia para os primeiros cuidados. As ações que podem ser posteriormente tomadas durante o processo de queda, foram consideradas como as consequências posteriores à queda. As diferentes possibilidades de ação serão participadas por enfermeiros, médicos, farmacêuticos e familiares. Necessitando ou não de tratamento, neste cenário de lesões pouco severas a pessoa que cai recupera da lesão.

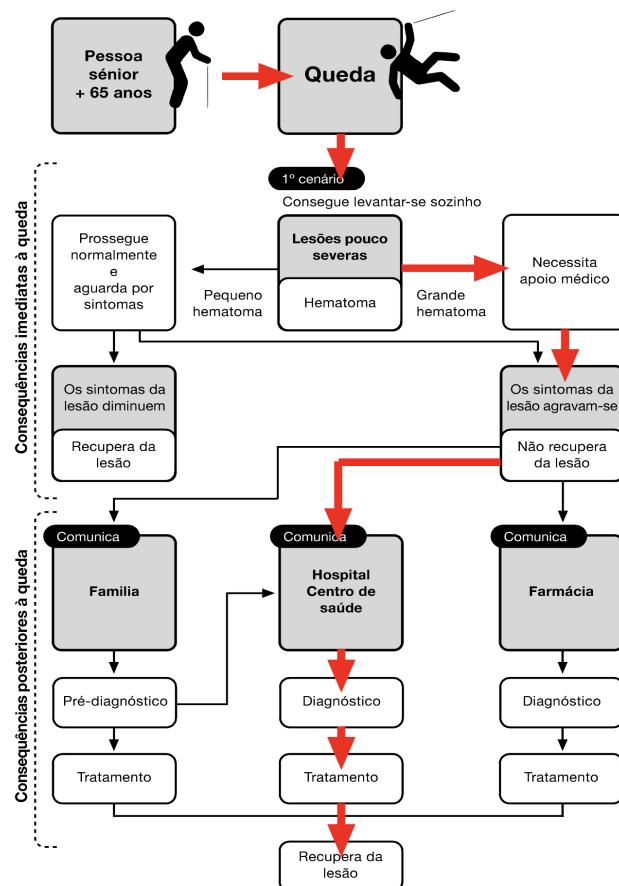


Figura 55 Análise do processo de acontecimentos e consequências em caso de queda de pessoas com 65 ou mais anos, num cenário de lesões pouco severas. A seta mais larga marca o processo de queda onde as lesões, embora pouco severas, possam necessitar de maiores cuidados médicos.

2º cenário

Não consegue levantar-se sozinho (Figura 56). Da queda resultam lesões severas como lacerações. Neste caso foram consideradas dois tipos de lacerações, sendo as consequências imediatas à queda, a laceração superficial como um pequeno golpe e, lacerações profundas, como um golpe com necessidade de sutura e com perda de sangue. No primeiro caso, de laceração superficial, os sintomas da lesão podem agravar-se e a pessoa que cai não recupera de imediato da lesão.

Como consequências posteriores à queda, a pessoa que cai pode comunicar com a família, emergência médica, ou com uma possível testemunha da queda. Dependendo da gravidade, ou do agravamento da lesão, o familiar poderá fazer um pré-diagnóstico e comunicar posteriormente com a emergência médica. No caso de ser efetuado um pedido de auxílio a uma testemunha, esta poderá comunicar directamente com a emergência médica, ou com um familiar, deixando para este, a comunicação com a emergência médica.

Neste tipo de lesões, a emergência médica assume-se como um interveniente de principal importância, quer na prestação de primeiros cuidados no local da queda, ou através do pré-diagnóstico e pré-tratamento da lesão, antes de uma possível entrada num serviço

de urgência de um hospital, ou centro de saúde. Neste último caso, de necessidade de recorrer a um hospital, ou centro de saúde, a pessoa que cai depois de diagnosticada prossegue para tratamento. O tratamento no caso de laceração profunda pode passar por uma pequena cirurgia, ou sutura da ferida e respectiva medicação analgésica e anti-infeções.

As diferentes possibilidades de ação serão participadas por enfermeiros, médicos, paramédicos, testemunhas da queda e de familiares. Neste cenário de lesões severas a pessoa que cai pode ou não recuperar da lesão. Contudo foi considerado que a recuperação da lesão acontece.

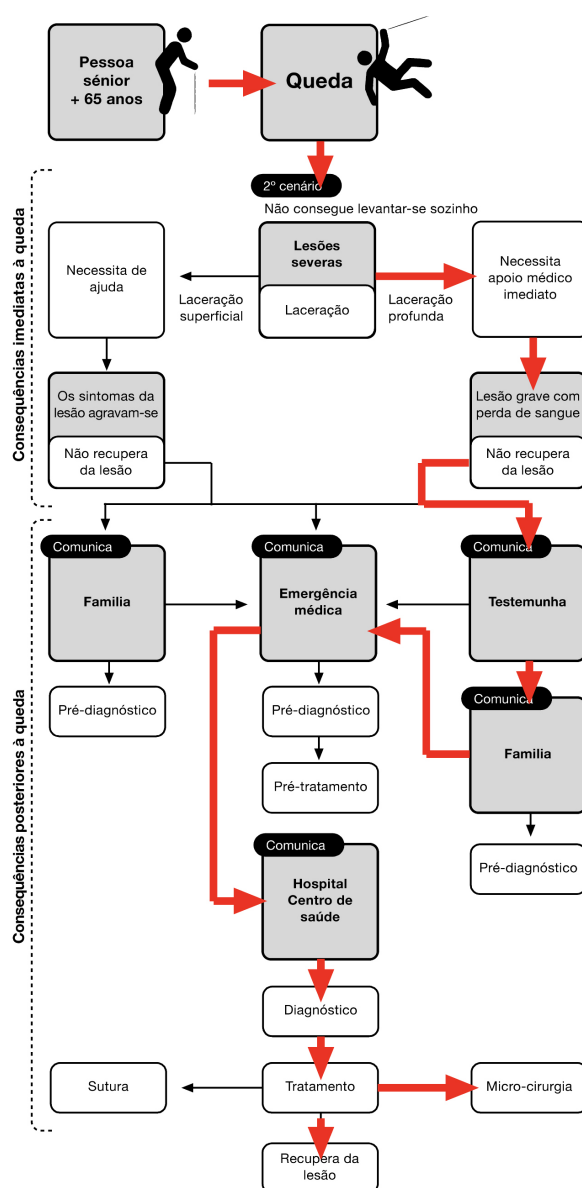


Figura 56 Análise do processo de acontecimentos e consequências em caso de queda de pessoas com 65 ou mais anos, num cenário de lesões severas. A seta mais larga marca o processo de queda que envolve o maior número de intervenientes nas consequências posteriores à queda.

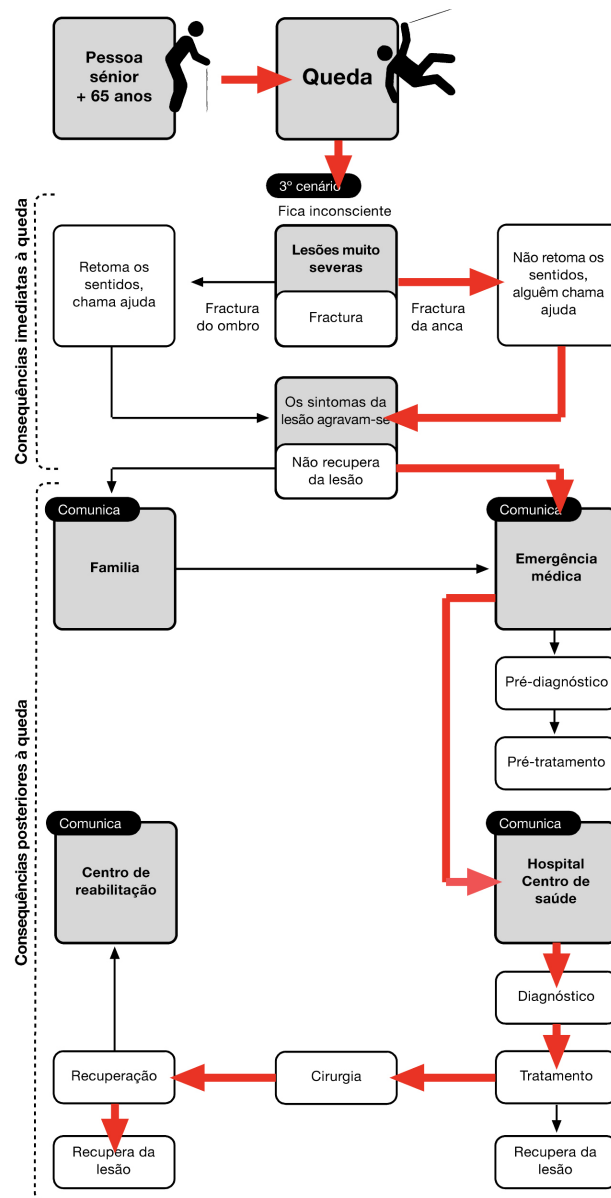


Figura 57 Análise do processo de acontecimentos e consequências em caso de queda de pessoas com 65 ou mais anos, num cenário de lesões muito severas. A seta mais larga marca o processo de queda que envolve o maior número de intervenientes nas consequências posteriores à queda.

3º cenário

Fica inconsciente (Figura 57). Resulta de um tipo de lesões muito severas como fraturas múltiplas, ou até mesmo fraturas expostas. Neste caso foram consideradas dois tipos de fraturas como as consequências imediatas à queda. A fratura do ombro, como um tipo de fratura “menos” grave e a fratura da anca como uma fratura muito grave. No primeiro caso, de fratura do ombro, a pessoa que cai retoma os sentidos e necessita de chamar ajuda,

os sintomas da lesão agravam-se e a pessoa que cai não recupera de imediato da lesão. No segundo caso, de fratura da anca, a pessoa que cai não retoma os sentidos e no caso de existir uma testemunha esta chama ajuda. Também neste caso os sintomas da lesão agravam-se e não há uma recuperação imediata da lesão.

Como consequências posteriores à queda, a pessoa que cai pode comunicar com a família, com a emergência médica, ou com uma possível testemunha da queda, no caso de recuperar dos sentidos. Dado à gravidade da lesão, o familiar comunica posteriormente com a emergência médica. No caso de ser efetuado um pedido de auxílio a uma testemunha, esta poderá comunicar diretamente com a emergência médica, ou com um familiar, deixando para este, a comunicação com a emergência médica, tal como no 2º cenário.

No caso da fratura da anca com perda de sentidos durante um longo período de tempo, os sintomas da lesão agravam-se sendo necessário pedir o auxílio da emergência médica. Esse pedido de auxílio pode ser feito através de um familiar, ou de uma testemunha da queda.

Também neste cenário de queda, a emergência médica assume-se como um interveniente de principal importância, quer na prestação de primeiros cuidados no local da queda, ou através do pré-diagnóstico e pré-tratamento da lesão, antes da entrada num serviço de urgência de um hospital, ou centro de saúde. Neste último caso, de necessidade de recorrer a um hospital, ou centro de saúde, a pessoa que cai depois de diagnosticada prossegue para tratamento. O tratamento no caso de fratura pode passar pela realização de cirurgia. Muitas vezes a recuperação de fracturas neste tipo de pessoas é um processo longo, podendo ser necessário recorrer a centros de reabilitação para a realização de fisioterapia.

As diferentes possibilidades de ação serão participadas por enfermeiros, médicos, paramédicos, fisioterapeutas, testemunhas da queda e de familiares. Neste cenário de lesões muito severas a pessoa que cai pode, ou não recuperar da lesão. Contudo, foi considerado que a recuperação da lesão acontece.

8.2 Análise do fluxo financeiro em caso de queda

A análise do fluxo de financeiro em caso de queda, identifica os interessados (stakeholders) que actuam como financiadores do processo de prestação de cuidados. Durante o processo são destacadas todas as entidades com interesse financeiro na necessidade (Zenios et al. 2010). A necessidade a que se refere a análise efetuada neste trabalho é a protecção física e assistência ativa de seniores em caso de queda. Esta análise foca-se em quem paga os serviços e procedimentos executados nos primeiros cuidados, no diagnóstico, no tratamento e na reabilitação das lesões provenientes de quedas.

A Figura 58 representa o fluxo de dinheiro no cenário atrás descrito, com base numa queda com lesões muito severas, considerando a fratura da anca uma das consequências físicas mais graves. Como mostrado na Figura 57, quando uma queda de uma pessoa com 65 ou mais anos origina lesões graves para o indivíduo que cai, uma das acções primárias é o pedido de auxílio a sistemas de emergência médica.

A análise efectuada ao fluxo financeiro resultou na categorização de três tipos de intervenientes, os financiadores, os pagadores e os prestadores de cuidados médicos necessários ao diagnóstico, ao tratamento e a recuperação do indivíduo que cai.

Os **financiadores** podem ser de cariz público e privado, tendo no primeiro caso, o Estado como o principal financiador. Por sua vez, o Estado é financiado através dos impostos diretos e indiretos dos cidadãos, das empresas, dos empregados e de todas as diferentes instituições e corporações. No segundo caso, o dos financiadores privados, são constituídos

essencialmente por seguradoras, que também podem ser de cariz público e privado. O financiamento das seguradoras provém dos segurados, de investidores e do Estado (no caso de seguradoras com capitais públicos).

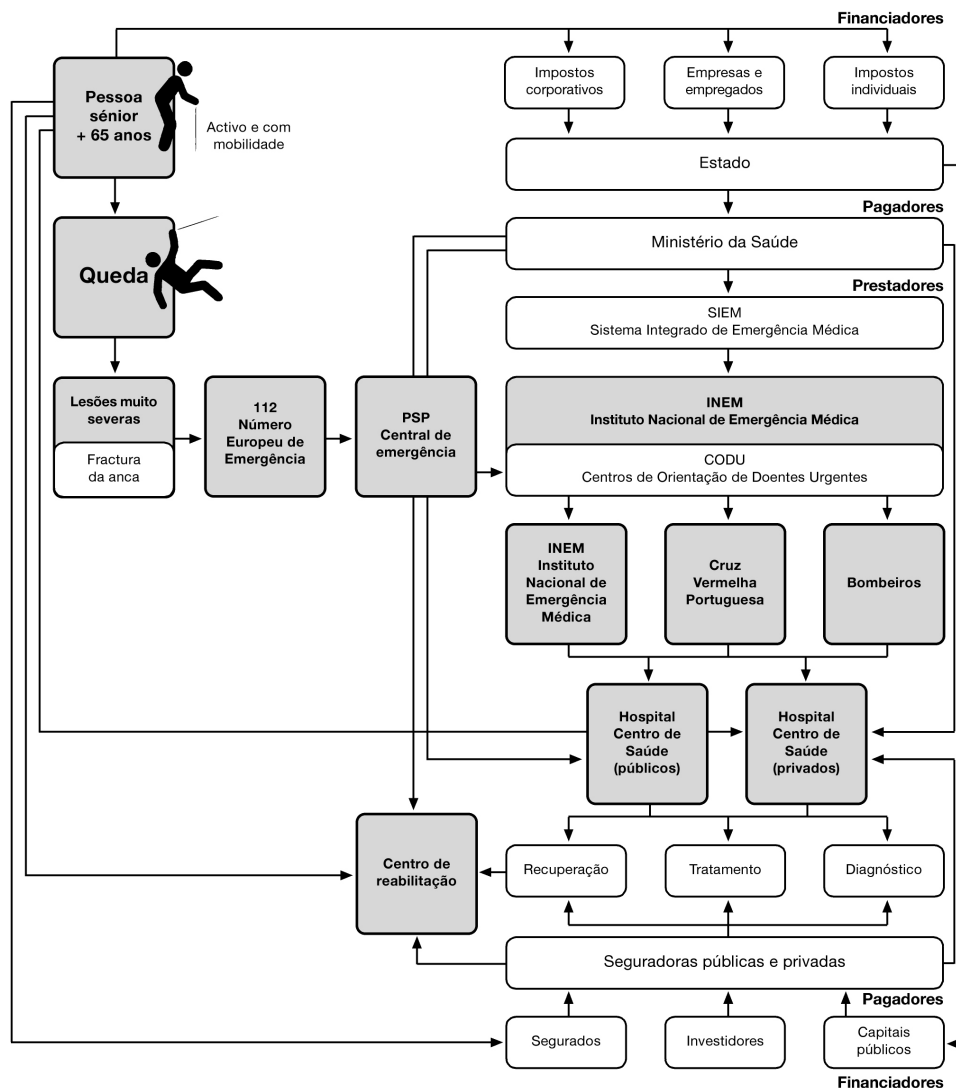


Figura 58 Análise do processo de fluxo de dinheiro em caso de queda de pessoas com 65 ou mais anos, num cenário de lesões muito severas.

No caso dos **pagadores** de serviços, inerentes aos primeiros cuidados, ao diagnóstico, ao tratamento e à recuperação de quedas, são para os de cariz público, o Ministério da Saúde, e para os de cariz privado, as seguradoras.

O passo seguinte no fluxo de dinheiro, é relativo aos prestadores de cuidados de saúde. Este fluxo começa, no contacto com a emergência médica através do pedido de auxílio

com contacto telefónico para o número 112 (Número Europeu de Emergência Médica). Este pedido é recebido pela Central de Emergência da PSP (Polícia de Segurança Pública), de acordo com a gravidade da lesão comunica com o CODU (Centros de Orientação de Doentes Urgentes), centros que pertencem ao INEM (Instituto Nacional de Emergência Médica). O pedido de auxílio é encaminhado, de acordo com uma lógica de proximidade do auxílio, para o INEM, Cruz Vermelha Portuguesa, ou para os bombeiros. Por sua vez, os sistemas de emergência reencaminham a pessoa que caiu para os hospitais e centros de saúde, fazendo um pré-diagnóstico e prestando-lhes os primeiros cuidados de saúde no local da queda. Os hospitais, também podem ser de cariz público e privado, sendo financiados mais uma vez pelo Estado e pelas seguradoras.

Os custos diretos e indiretos dos **prestadores** de cuidados de saúde, referem-se aos médicos, enfermeiros, auxiliares, pessoal técnico e administrativo, assim como de todos os equipamentos, instalações e farmacologia, envolvidos no diagnóstico, no tratamento e na recuperação das lesões provenientes da queda. No caso de uma lesão muito severa, como a fratura da anca com necessidade de cirurgia e colocação de uma prótese, o pós-operatório é seguido de um processo de reabilitação física que envolve, em muitos casos, longos períodos de fisioterapia. Neste caso, os custos envolvidos nesta terapêutica aplicada à prevenção e tratamento da saúde por meio de recursos físicos, são também suportados pelo Estado, pelas seguradoras e pelos próprios pacientes.

Podemos concluir que os principais financiadores do processo de primeiros cuidados, diagnóstico, tratamento e recuperação são: o Estado e as companhias de seguros. No entanto, é do nosso entender, que a pessoa que cai, ou em risco de cair, continua a ser uma figura preponderante no financiamento do processo. Como podemos verificar pela análise efectuada ao fluxo de dinheiro, o próprio indivíduo que cai contribui indirectamente, através do pagamento de impostos para o financiamento do Estado e através do pagamento das apólices de seguro, para o financiamento das seguradoras, assim como, com uma contribuição directa no pagamento do processo de tratamento e reabilitação em hospitais e centros de reabilitação privados, no caso de não possuir nenhum tipo de seguro ou outra fonte de proteção de saúde.

8.3 Identificar e caracterizar os principais interessados na necessidade

A análise do processo de acontecimentos / consequências em caso de queda (Cap. 8.1), revela como interessados na necessidade, aqueles que pretendem a minimização das lesões físicas (quer sejam pouco severas, severas, ou muito severas) nas pessoas com 65, ou mais anos de idade e em risco de cair. No que respeita à análise do fluxo de dinheiro, no processo de primeiros cuidados, diagnóstico, tratamento e recuperação de lesões muito severas provenientes de uma queda (Cap. 8.2), foram identificados como principais interessados, aqueles que pretendem a minimização dos custos envolvidos no processo.

O denominador comum aos dois tipos de análise (processo de queda e fluxo de dinheiro) com um nível de interesse na necessidade bipartido (minimização de custos e lesões) é o indivíduo sénior em risco de cair (Figura 59). É este que tem maior interesse que as lesões sejam minimizadas e os custos associados às lesões sejam o menores possível.

Na Figura 59 estão identificados e distribuídos, por nível de interesse (mais ou menos interesse), todos os prestadores de cuidados, de diagnóstico, de tratamento e de reabilitação, assim como, os principais financiadores e pagadores do processo. À medida que o nível de interesse na minimização de lesões, ou na minimização dos custos, se afasta do centro, quer dizer que os interessados estão mais focados na minimização das lesões (para

a esquerda da fig. 59), ou na minimização dos custos (para a direita da fig. 59).

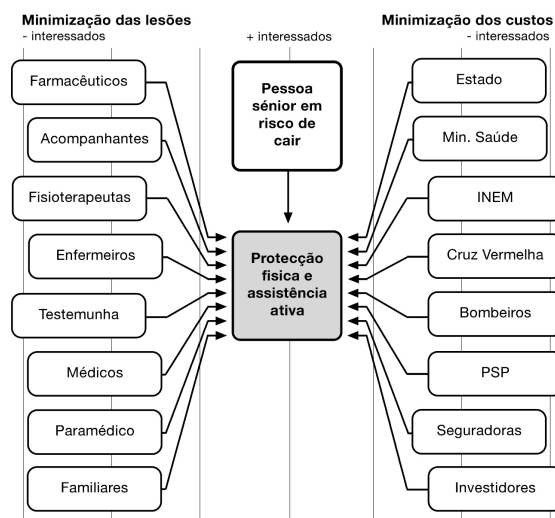


Figura 59 Principais interessados na minimização das lesões e dos custos, provenientes de quedas nas pessoas com 65 ou mais anos, através da protecção física e assistência ativa embbebida em produtos wearables.

Os principais interessados na proteção física e assistência ativa de quedas para a população sénior, podem ser categorizados em 4 grupos: pessoas seniores em risco de cair, os principais interessados e implicados no processo; os envolvidos no processo de primeiros cuidados, de diagnóstico, tratamento e reabilitação, designados de prestadores de cuidados de saúde; as instituições e corporações de carácter público e privado que pagam os cuidados de saúde, os pagadores dos cuidados; e por fim, os financiadores de todo o processo, podendo também ter um carácter público, ou privado.

- **Seniores em risco de cair**

São os mais interessados na minimização das lesões físicas e dos custos inerentes ao processo de queda com lesões. São os que tomam a decisão final sobre se aderem e usam, ou não aderem e não usam, um produto que satisfaça a necessidade de proteção física e assistência ativa. Tradicionalmente estas decisões são tomadas com base em informação, ou aconselhamento, dados por médicos e familiares. Contudo, outros agentes do processo, como: companhias de seguros, empresas farmacêuticas e de dispositivos, assim como os pagadores, estão cada vez mais a tentar influenciar diretamente as decisões das pessoas.

- **Prestadores de cuidados**

São os interessados na necessidade que fazem parte do processo de prestação de cuidados de saúde. Este grupo é constituído por todos os intervenientes diretos (paramédicos, médicos, enfermeiros, farmacêuticos, fisioterapeutas) e indiretos (forças policiais, bombeiros, testemunhas, acompanhantes) do processo de prestação de cuidados de saúde. O seu envolvimento, passa pela prestação do auxílio e dos primeiros cuidados, pelo diagnóstico das lesões, do seu tratamento e de ações de reabilitação. Este tipo de intervenientes está

interessado na prevenção e na minimização das lesões físicas, assim como em novas técnicas, produtos, ou serviços, que melhorem o processo de prestação de cuidados de saúde. Melhorar a proteção física de forma a diminuir as lesões físicas e melhorar a assistência ativa no caso de a queda ter consequências graves é uma oportunidade que os prestadores de cuidados valorizarão.

- **Pagadores dos cuidados**

Este grupo é representado pelos interessados que pagam os serviços prestados nos cuidados de saúde. Em muitos dos países ocidentais o pagamento dos cuidados de saúde é efectuado por instituições de base governamental e estatal, ou por empresas de seguros de saúde. No tratamento de uma lesão muito severa, como a fratura da anca, o processo de consequências/acidentes e o fluxo de dinheiro envolvido, é constituído por um grande número serviços associados e de agentes interessados e participativos nesses serviços. Contudo, o paciente quase que nunca paga directamente os serviços pelos quais vai passando ao longo do processo de primeiros cuidados (emergência médica), diagnóstico (serviços de triagem, observação e análise), tratamento (cirurgia, implante de próteses, farmacologia, pós-operatório) e reabilitação (fisioterapia). O pagamento destes serviços é quase sempre efectuado pelo Ministério da Saúde e pelas companhias de seguros. É também de salientar que o processo de prestação dos primeiros cuidados, os sistemas de emergência médica, são todos pagos pelo Ministério da Saúde (INEM, PSP), por Organizações não Governamentais (Cruz Vermelha e Bombeiros). As companhias de seguros ainda não demonstram uma interesse directo em serviços de seguros, na área dos primeiros cuidados.

- **Financiadores**

O último grupo é constituído por aqueles que financiam todas as entidades pagadores de cuidados. Como principais financiadores do Estado, foram identificados os impostos corporativos, de empresas e empregados, e os impostos individuais de cada cidadão, contribuições ao Estado de forma directa e indirecta. No caso das companhias de seguros, estas são financiadas pelos segurados, por investidores (acionistas) e muitas vezes também por capitais públicos, ou seja, o Estado também demonstra interesse no processo de financiamento privado dos cuidados de saúde.

Como descrevemos no capítulo 8.1 o processo de acontecimentos e consequências de quedas, no tipo de população em causa, é acompanhado por uma série de intervenientes distintos, pode mesmo resultar em hospitalização e até mesmo em reabilitação, o que representa para os pagadores e financiadores elevados encargos. A necessidade de melhorar a proteção física de lesões e otimizar a assistência ativa em caso de queda, é uma oportunidade de redução de custos e consequente diminuição da necessidade de financiamento por estes agentes.

Em suma, o processo de tratamento e o fluxo financeiro proveniente de quedas e com lesões severas, gravitam em torno da necessidade de potenciar a proteção física e a assistência ativa. A Figura 60, representa esse ciclo de gravitação que ocorre entre os principais interessados e intervenientes neste processo, assim como as instalações e equipamentos associados à queda e ao tratamento de possíveis lesões em cada um dos grupos de interesse. O ciclo começa nos seniores em risco de cair que financiam, através dos seu impostos directos e indirectos, os principais financiadores do processo, o Estado e as companhias de seguros. Estes são os financiadores dos intervenientes no pagamento dos cuidados de saúde, que por sua vez são prestados pelos acompanhantes, pela assistência médica e primeiros cuidados e pelos intervenientes no processo de diagnóstico e tratamento. O ciclo fecha-se com os

prestadores de cuidados de saúde, a prestarem assistência e tratamento, aos seniores em risco de cair que possam ter dado uma queda severa com lesões graves.

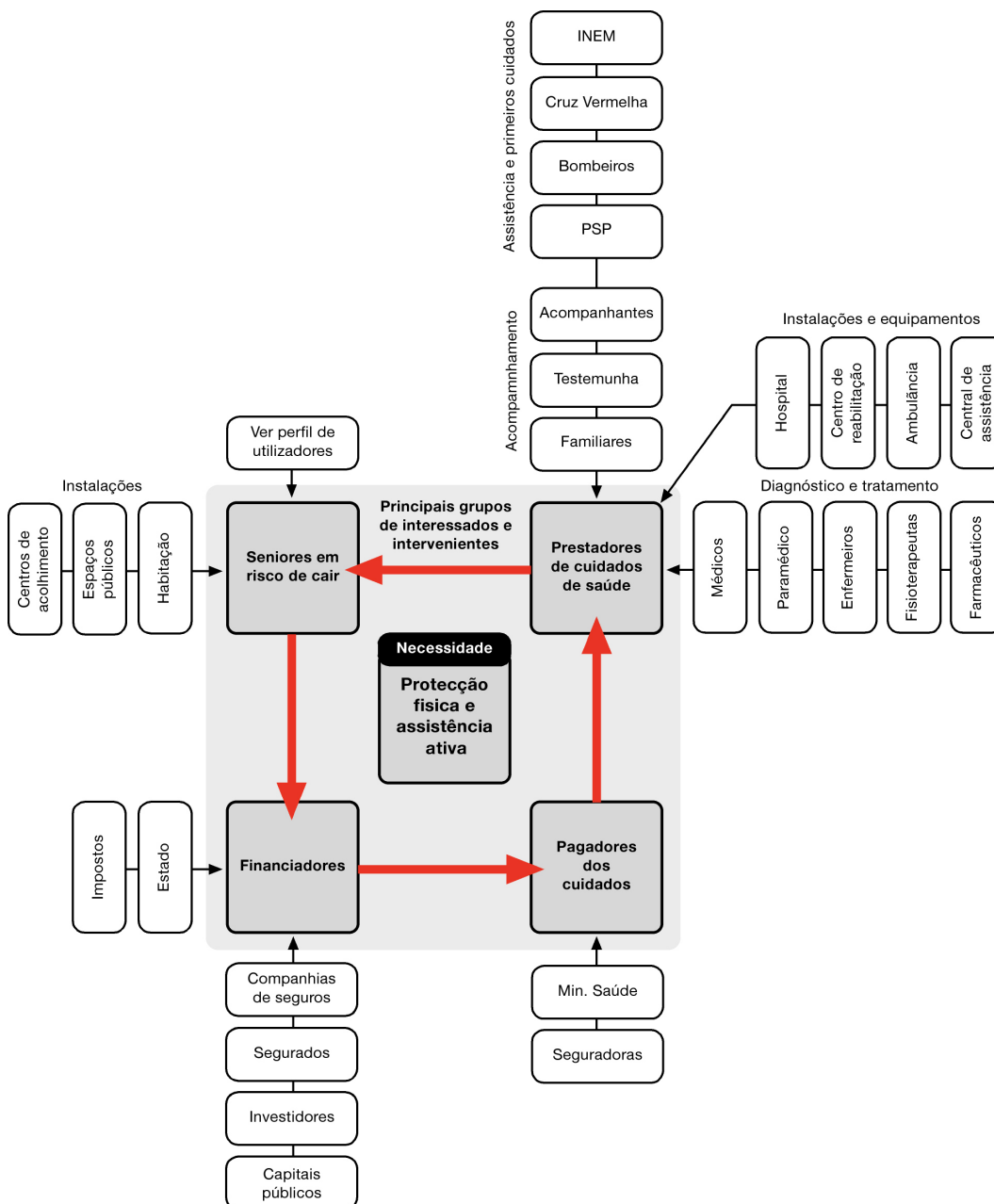


Figura 60 Representação do ciclo de tratamento e fluxo financeiro entre os principais intervenientes e interessados na protecção física e na assistência activa das quedas para a população sénior. O grupo de principais interessados com uma maior diversidade de intervenientes é o dos prestadores de cuidados de saúde, este facto deve-se às diferentes etapas (assistência imediata, primeiros cuidados, diagnóstico, tratamento e reabilitação) que constituem este processo.

Resumo da análise aos interessados na necessidade

Depois dos dois métodos utilizados (cap. 8.1; 8.2) para a identificação e análise dos interessados (stakeholders) na necessidade de maior e mais eficaz “proteção física e assistência ativa” para seniores em risco de cair, a informação extraída foi compilada num sumário relativo ao contexto em que os interessados se movimentam. A Tabela 18 mostra esse sumário de informação, para a necessidade em causa. Sumariza os principais interessados e benefícios, associados a uma nova solução para a necessidade definida, assim como, os custos primários e o impacto global da nova tecnologia a desenvolver, para cada tipo de interessados.

Tabela 18 Resumo da análise dos principais interessados na necessidade de proteção física e assistência ativa para seniores. Relação dos benefícios, dos custos primários e a avaliação do impacto.

Interessados	Benefícios primários	Custos primários	Avaliação do impacto
Seniores em risco de cair (pessoas com 65 ou mais anos)	Maior proteção física e minimização de lesões derivadas de quedas. Uma assistência ativa com os prestadores de cuidados mais eficaz e rápida.	Necessidade de aquisição de um produto novo de proteção física e monitorização.	Positivo: Redução de lesões físicas e uma assistência mais eficaz e rápida. Potencia uma maior segurança proporcionando um estado mais ativo.
Prestadores de cuidados (paramédicos, médicos, enfermeiros, familiares, etc.)	Prevenção de lesões e uma forma de melhorar o processo de comunicação entre os intervenientes. Diminuição da gravidade das lesões físicas provenientes de quedas.	Necessidade de terem de aprender um novo procedimento, uma nova tecnologia, um novo serviço.	Positivo: Melhorias na prevenção e minimização de lesões. Assistência mais eficaz e rápida.
Pagadores dos cuidados (Sistemas de saúde públicos, companhias de seguros)	A diminuição do risco de lesões físicas, como tal diminuição do número de sinistros, cuidados de saúde e internamentos.	Custos globais com a implementação dos dispositivos e com a plataforma de gestão de dados.	Positivo: A diminuição das lesões, a rapidez e eficácia na assistência diminui o risco de internamento e consequentes custos.
Financiadores (Estado, investidores, capitais públicos)	Expansão da tecnologia capaz de minimizar os efeitos físicos das quedas e potenciar uma assistência mais ativa a muitos seniores em risco de cair. Possibilidade de aplicação da tecnologia a outros grupos desportistas, profissionais em risco de queda).	Aumento do investimento numa nova tecnologia com o risco inerente de adaptação à novidade associado.	Negativo: O custo total de implementação de uma nova tecnologia vai ser elevado.

8.4 Estabelecer o perfil dos utilizadores

O perfil dos utilizadores aos quais vai ser destinado o produto é uma informação básica para o processo de conceção e desenvolvimento de produtos centrado no utilizador (Page et al. 2001). Este autor defende que só através de um conhecimento profundo das pessoas para as quais se vai projectar um novo produto, é que é possível ajustar o produto às suas necessidades, limitações e preferências. O perfil de utilizadores é imprescindível aquando da definição do segmento de mercado; no design do conceito, para identificação das capacidades funcionais e preferências dos utilizadores; é também útil na prova do con-

ceito, na seleção de utilizadores para a realização de provas de usabilidade.

A complexidade do perfil de utilizadores varia de acordo com o tipo de produto que se pretende desenvolver e o tipo de utilizadores implicados. No caso do produto que se pretende desenvolver neste projecto – produtos vestíveis para proteção física e assistência ativa – os utilizadores potenciais são a população sénior em risco de cair. A grande heterogeneidade deste grupo de população, e as suas especificidades, faz com que a análise deste perfil seja mais detalhada nos aspectos funcionais, sensoriais, motores e psicológicos.

O perfil de utilizadores foi definido com base na informação resultante de dois instrumentos realizados na primeira parte do projecto (Parte I). O primeiro instrumento, foi uma análise à literatura da especialidade (geriatria, gerontologia, fisioterapia, ortopedia, entre outros), entre os anos de 1995 e 2010 e, que caracterizou o impacto físico, económico e social das quedas na população idosa (Cap. 4, 5 e 6). O segundo foi a realização de um inquérito acompanhado a pessoas com mais de 65 anos, a familiares, fisioterapeutas e acompanhantes, com informação relativa aos historial de quedas na população sénior (Cap. 7).

Foram realizadas apresentações com os resultados obtidos nestes dois instrumentos e fornecidos à equipa responsável pela conceção e desenvolvimento do produto em causa. A equipa foi constituída por 8 pessoas de diferentes áreas: dois elementos representantes da indústria têxtil, empresa Fernando Valente S.A. (produção de malhas e confecção), uma representante do CITEVE (apoio tecnológico, materiais, normativa), quatro Engenheiros das áreas da sensorização, mecânica, biomecânica, biomédica, materiais e um representante do design industrial e desenvolvimento de produto.

Depois de todos os elementos da equipa terem feito a sua análise aos resultados dos instrumentos fornecidos e com base na experiência profissional e pessoal de cada um, foi realizada uma sessão de brainstorming, onde cada pessoa contribuiu com a sua percepção para a formulação do perfil de utilizadores (Figura 61). A estrutura utilizada para o perfil definido, teve como base o que foi proposto por Page et al. 2001 sendo constituída pelas seguintes dimensões: idade; sexo; nacionalidade; nível educativo mínimo; experiência no uso de produtos similares; idioma nativo; possíveis incapacidades e deficiências; ocupação ou profissão; habilidades especiais relacionadas com o produto; nível de motivação no uso do produto; outras características físicas. Esta última dimensão foi subdividida em características funcionais, sensoriais, motoras e psíquicas.

Foram distribuídos post-its a todos os participantes, com o objectivo de durante a sessão poderem responder com as suas percepções às dimensões que constituíam o perfil de utilizadores (um post-it por contributo). No final da sessão, foram recolhidos todos os contributos e agrupados junto das dimensões a que correspondia cada contributo, tal como apresentado na Figura 61.

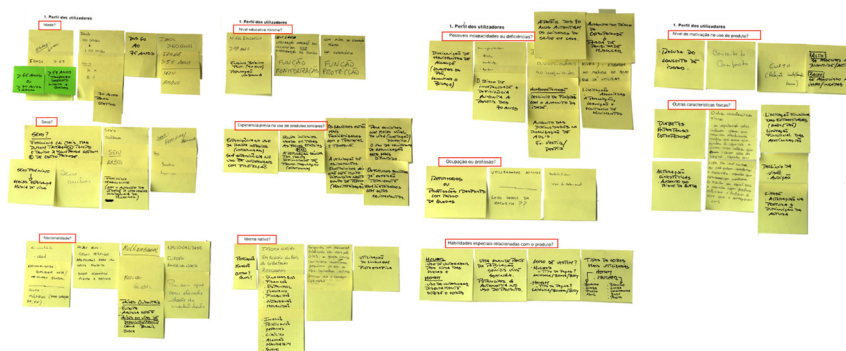


Figura 61 Resultado da sessão de brainstorming para as diferentes dimensões que constituíram o perfil de utilizadores, realizado a 31/10/2011.

Posteriormente à realização da sessão de brainstorming, todos os resultados com os contributos dos participantes foram condensados numa tabela (Tabela 19). Esta tabela foi fornecida aos participantes, para que de forma individual pudessem fazer uma verificação final de todos os contributos para cada dimensão, podendo nesta fase, acrescentar alguma informação relevante e/ou retirar informação menos relevante para o projecto em causa.

Tabela 19 Definição do perfil de utilizadores para produtos wearables de protecção física e assistência ativa para seniores

Idade	<ul style="list-style-type: none"> . Dos 65 anos até aos 80 (mencionar capacidade de mobilidade) . > 55 anos no caso de profissões ou atividades de risco de quedas
Sexo	<ul style="list-style-type: none"> . Feminino (maior incidência de população sénior/maior esperança média de vida) . Masculino (mais sujeito a quedas numa faixa etária mais baixa)
Nacionalidade	<ul style="list-style-type: none"> . Mercado global . Países com ciclos térmicos apropriados ao uso do produto . Países com alta esperança média de vida . Países desenvolvidos (Europa, América do Norte) . Países em vias de desenvolvimento (China, Índia, Rússia, Brasil)
Nível educativo mínimo	<ul style="list-style-type: none"> . Ensino básico (Portugal, 9º ano) . População tendencialmente urbana . População a residir no interior (maior população envelhecida)
Experiência prévia no uso de produtos similares	<ul style="list-style-type: none"> . Com experiência no uso de roupa interior . Sem experiência no uso de roupa interior de proteção . A população sénior tem mais dificuldade de termoregulação . Maior risco de hipotermia na população sénior . Os seniores estão mais familiarizados com o telemóvel e o telefone . A utilização de equipamentos electrónicos ainda não está muito difundida neste grupo de população (função de monitorização) . Para seniores com um nível de vida mais alto, o uso de equipamentos de comunicação está mais difundido . Os futuros seniores (atualmente na meia-idade) estarão totalmente familiarizados com estes equipamentos
Idioma nativo	<ul style="list-style-type: none"> . Preferenciar a linguagem pictográfica e iconográfica . Em função do país de exportação . Para iniciar Português e Inglês . Prever outras línguas
Possíveis incapacidades e deficiências	<ul style="list-style-type: none"> . O risco de incapacidade e deficiência aumenta a partir dos 70 anos . A partir dos 80 anos aumentam os cuidados de saúde em casa . Diminuição dos movimentos de alcance (levantar braços e pernas) . Homeostenose – declínio de funções com o aumento da idade . Aumento das dificuldades na realização de ADL's (vestir/despir) . Aumento do risco de osteoporose (perda de densidade óssea) . Aumento da demência (embeber ao máximo em peças já conhecidas) . Limitações da percepção, cognição e controlo de movimentos . Aumento da incapacidade visual e auditiva
Ocupação ou profissão	<ul style="list-style-type: none"> . Reformados ou profissões/desporto com risco de quedas . Reformados com um envelhecimento ativo
Habilidades especiais relacionadas com o produto	<ul style="list-style-type: none"> . Uma grande parte da população sénior vive sózinha
Nível de motivação no uso do produto	<ul style="list-style-type: none"> . Recusa do conceito de "idoso", "velho" . Não querem nada que lhe diminua a autoestima e a independência . Não querem parecer incapacitados . Privilegiam o conforto . Relação custo benefício baixa . Alto – se associado a ativo . Baixo – se associado a velho/incapaz
Outras características físicas:	<ul style="list-style-type: none"> . Alterações cenestésicas e aumento do risco de quedas . Limitação funcional das extremidades (mãos/pés) . Declínio da visão e da audição . Cifose, alterações na postura e diminuição da altura . Problemas na marcha e no equilíbrio . Osteoporose, diminuição da resistência óssea

9. Validar se o âmbito da necessidade é apropriado: Validar e confirmar que ainda não existe solução para a necessidade.

A necessidade identificada até ao momento consiste na proteção física e numa assistência mais ativa no pós queda para a população sénior em risco de cair. Como descrito no Capítulo 8.3, são vários os interessados nesta necessidade. Sabendo que a população sénior é o principal grupo de interessados, o leque é bem mais abrangente e os prestadores de cuidados de saúde, os pagadores desses cuidados e os financiadores de todo o sistema são também players com um papel fundamental no desenvolvimento de hipóteses de solução que colmatem a necessidade de proteção física e assistência ativa. O objectivo deste capítulo consiste em validar que ainda não existe uma solução de proteção física integrada para a população sénior, e de que a necessidade é realmente apropriada para este grupo de população. Neste contexto foram colocadas as seguintes questões:

- Que outros grupos de população e actividades estão em risco de cair?
- Que soluções existem capazes de minimizar os efeitos físicos das quedas?
- Que soluções existem capazes de promover uma assistência pós queda mais ativa e eficaz?

Desta forma no presente capítulo, e no intuito de dar resposta a estas questões, foi atribuída a necessidade a outros grupos de população e outros tipos de actividades; identificadas e analisadas soluções para a prevenção, minimização das quedas, assim como soluções para a reabilitação no caso de lesões provenientes dessas quedas; foi também feita uma análise ao estado da técnica de patentes para sistemas de proteção física e assistência ativa, assim como para tecnologias de prevenção e deteção de quedas; tecnologias de localização e rastreamento; tecnologias destinadas à saúde e ao bem estar; e por fim, tecnologias de monitorização portátil.

9.1 Atribuição da necessidade a outros grupos, tipos de população e actividades

As quedas ocorrem com muita frequência na população sénior (pessoas com 65 ou mais anos), muitas vezes com consequências físicas (Parte I, Cap. 4), económicas (Cap. 5) e sociais (Cap. 6) com grande impacto no dia-a-dia, nos sistemas de saúde e nas interações sociais próprias deste tipo de população. Contudo, as quedas não são só um fator presente na população sénior. Outras actividades e grupos de população, estão também sujeitos a risco elevado de quedas e/ou colisões com consequências físicas indesejáveis.

Neste ponto, pretende-se identificar outros tipos população, para além da população sénior, que durante a realização de actividades das suas vidas diárias, ou em actividades instrumentais dessa mesma vida, se encontrem em risco de cair. Os principais grupos identificados foram:

Outros tipos de população e actividades com elevado risco de cair

- **Praticantes de desportos de contacto**
Rugby, basketball, american football
- **Praticantes de desportos radicais**
Skate, motociclismo, bmx, downhill, snowboard
- **Praticantes de artes marciais**

- Kung Fu, Karate, Kendo, Boxe
- **Profissões realizadas em altura**
Bombeiros, construção civil
- **Crianças**
- **Militares**

É inerente ao conceito de desporto, a prática de atividades de índole física e que em muitos casos é levada ao limite do praticante. Os desportos que implicam contacto físico, como o rugby, o basketball, o american football, ou aqueles que desafiam as leis da gravidade, como muitos dos desportos radicais, skate, motociclismo, bmx, downhill, snowboard, entre outros, são alguns desses exemplos. Muitos desses desportos podem ser praticados em equipa, ou de forma individual.

De forma a minimizar as lesões nos praticantes destes tipos de desportos, quer a nível profissional, ou amador, muitos requerem a existência de equipamentos e soluções de protecção física (como demonstraremos no Cap. 9.2), pois as possibilidades de ocorrerem quedas e/ou impactos com lesões físicas graves são grandes. Em muitos casos, a utilização deste tipo de equipamentos é mesmo obrigatória em alta competição e mesmo a um nível mais amador muito recomendada.

Apesar de os desportos que são tipicamente caracterizados como de contacto (contacto com outros praticantes, desportos de equipa), ou desportos radicais (contacto com o solo), serem aqueles que apresentam um maior risco de quedas, muitos outros tipos de desporto, mesmo aqueles praticados individualmente e sem contacto com outros praticantes, podem conter um risco moderado de queda. Desportos como o atletismo, com modalidades em que os praticantes podem cair (corrida de resistência e de obstáculos); ciclismo, onde as quedas são também frequentes; equitação, com possibilidade de quedas do cavalo (corrida e obstáculos).

Outra atividade, que também poderá ser considerada uma actividade desportiva, é a prática de artes marciais, como o Kung-Fu, o Karate, o Kendo, entre outros. O contacto físico neste tipo de actividades é parte integrante da prática das mesmas. Não é só em atividades desportivas que podemos encontrar o risco de cair. Muitas profissões estão susceptíveis a um elevado risco de quedas, muitas dessas quedas com lesões graves e muitas vezes até mortais. Este caso é muito comum, em atividades associadas a profissões efectuadas em ambientes elevados, como na construção civil, ou nos bombeiros. Nestes casos a utilização de equipamentos de segurança e protecção física no trabalho, é também uma prática comum, assim como a existência de normas rígidas e legislação de segurança e protecção.

Outro grupo de população, também em risco de cair, é aquele que se situa no outro extremo etário ao dos seniores, o das crianças. O processo de crescimento é composto por um conjunto de atividades em que o risco de cair está presente. Desde os primeiros passos que damos para aprender a andar, às brincadeiras ativas próprias do desenvolvimento das crianças, e até mesmo a prática de atividades desportivas (que referimos anteriormente) e em que as crianças e adolescentes, emitam as suas principais referências desportivas. Por último identificamos os militares como um grupo de população em que o risco de cair também é elevado. Os ambientes muitas vezes hostis e sob condições físicas muito exigentes, colocam este tipo de população em que o risco de quedas com lesões graves, que podem pôr em perigo a integridade física dos militares.

Em suma, estes grupos de população e atividades, são também potenciais interessados na necessidade de protecção física e assistência ativa.

9.2 Soluções para prevenção e minimização dos efeitos das quedas

Como já referido neste trabalho, as quedas, e ou, colisões podem originar lesões físicas graves em qualquer pessoa, mas há grupos de população e atividades em que o risco de queda está mais potenciado. A população sénior, os desportistas, profissões executadas em altura, crianças e até mesmo militares, são alguns desses grupos e actividades.

O objetivo deste capítulo é identificar e analisar o estado da arte de soluções, ao nível de equipamentos e produtos de proteção física para os grupos de população referidos. Este capítulo pretende também validar que ainda não existe uma solução para a necessidade de proteção física das diferentes zonas osteoarticulares dos seniores em risco de cair, através de uma solução integrada para todas essas zonas. Pretende também identificar possíveis requisitos que possam ser atribuídos à necessidade em causa: desta forma, a análise foi efectuada a sistemas de protecção física, como pads, wearables e materiais de proteção.

No final da análise e para cada grupo de população em risco de queda (seniores, desportos de contacto, desportos radicais, artes marciais e militares) é apresentado uma tabela, onde se pode identificar um resumo de cada solução, para que tipo de população se destina e finalmente, uma avaliação geral dos seus aspectos positivos e negativos.

Sistemas de proteção física (pads, wearables de proteção, materiais)

- SafeHip Select Protection, do Tytex Group (SafeHip, 2012) é um produto vestível para proteção da anca, de base têxtil e em forma de ferradura designado por “pad”. Este protector destina-se a minimizar as forças de impacto provenientes de quedas laterais e exercidas na região da anca. Setor de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado.
- GeriHip® Hip Protector Set of Brief & Pads, da Prevent Products, Inc. (GeriHip, 2012) é um protetor de anca. O conjunto inclui uma macia e confortável malha com bolsos laterais interiores que possuem almofadas de espuma de proteção nos quadris (almofadas). As almofadas flexíveis em conformidade com o corpo para um ajuste discreto e um patenteado “X” cortado ajuda a dispersar a pressão de impacto em caso de queda. Sector de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: para lavagem da malha é necessário retirar as almofadas de protecção; pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large, x-large.
- GeriGlove® The Original Arm Protector da Prevent Products, Inc. (GeriGlove, 2012), protectores para o braço, constituído por uma malha têxtil para contorno da forma natural do braço. Polegar confortável e aberturas de mão que permitem uma gama completa de movimento. Sector de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: para lavagem da malha é necessário retirar as almofadas de protecção; pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large, x-large.
- GeriLeg® The Original Leg Protector da Prevent Products, Inc. (GeriLeg, 2012), Protectores para o tornozelo constituído por uma malha têxtil para contorno da forma natural da perna. Pé confortável e aberturas de calcanhar que permitem uma gama completa de movimento. Sector de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: A malha é lavável à máquina. Pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large, x-large.
- Posey Hipsters® Standard Brief, da Posey Healthcare Products (Posey Hipsters, 2012) (1), Protetor de anca. Almofadas de espuma sobre a área da fractura, de forma a reduzir o risco de lesões. Sector de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: Pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large,

x-large. As almofadas podem ser substituídas. Pode ser lavado sem ser necessário retirar as almofadas.

- Posey Knitted Heel/Elbow Protectors, da Posey Healthcare Products (Posey Knitted Heel, 2012), Proteção do cotovelo através de uma manga, tipo meia e de uso confortável. Setor de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: Pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large, x-large. Pode ser lavado à máquina sem retirar o pad de protecção.
- Posey Hipsters® EZ, da Posey Healthcare Products (Posey Hipster, 2012) (2), Protector de anca. Almofadas de espuma sob a área da fratura de forma a reduzir o risco de lesões. Utilização por cima da roupa interior. Pode ser utilizado durante o banho. Setor de comercialização: saúde e bem estar. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: Pode ser adquirido em diferentes tamanhos: small, medium, large, x-large. As almofadas podem ser substituídas. Pode ser lavado sem ser necessário retirar as almofadas.

Tabela 20 Soluções existentes de proteção física sob a forma de produtos para a população sénior. São comparados os tipos de atividades, ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspetos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Wearables de proteção (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
População sénior (pessoas com 65 ou mais anos)	Tytex Group SafeHip Select Protection http://www.safehip.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas laterais na região da anca Negativo: A região de proteção está restrita à anca
	Prevent Products, Inc. GeriHip® Hip Protector Set of Brief & Pads http://www.preventproducts.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas laterais na região da anca Negativo: A região de proteção está restrita à anca
	Prevent Products, Inc. GeriGlove® The Original Leg Protector http://www.preventproducts.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto na região do pulso e do braço Negativo: A região de proteção está restrita ao pulso e braço. Não utiliza nenhum tipo de pad de proteção
	Prevent Products, Inc. GeriLeg® The Original Leg Protector http://www.preventproducts.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto na região do tornozelo e da perna Negativo: A região de proteção está restrita ao tornozelo e à perna. Não utiliza nenhum tipo de pad de proteção
	Posey Healthcare Products Posey Hipsters® Standard Brief http://www.posey.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas laterais na região da anca. Não é necessário retirar os pads para lavar Negativo: A região de proteção está restrita à anca
	Posey Healthcare Products Posey Knitted Heel/Elbow Protectors http://www.posey.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas na região do cotovelo. Não é necessário retirar os pads para lavar Negativo: A região de proteção está restrita ao cotovelo
	Posey Healthcare Products Posey Hipsters® EZ http://www.posey.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas laterais na região da anca. Pode ser utilizado durante o banho e ser lavado com as almofadas. Os pads podem ser substituídos Negativo: A região de proteção está restrita à anca

- EVX V Shoulder Pads, da Kooga (EVX V Shoulder Pads, 2012), uma empresa de vestuário e equipamento técnico de alta performance. Camisola com almofadas para proteção dos ombros e do braço anterior. Sector de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: O produto é aprovado pela Federação Internacional de Rugby. Protege a zona dos ombros e do braço anterior. Estão disponíveis mais três versões de shoulder pads (consultar website).
- Protection Shoulder Synergie 12, da Gilbert Rugby (Protection Shoulder Synergie 12, 2012), camisola com almofadas para protecção das costelas, rins, bíceps, costas e esterno. Sector de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado.
- R700 shoulder pads, da Kipsta (R700 shoulder pads, 2012), empresa de equipamento desportivo. Camisola com almofadas para proteção muscular e redução da fadiga. Protege as zonas mais propensas a lesões no rugby (ombros, pescoço, costelas, bíceps, vértebras. Setor de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: A densidade do material utilizado não pode exceder os 45 kg/m³ (norma da Federação Internacional de Rugby). A espessura do material na região dos ombros não pode exceder os 10 mm (norma da Federação Internacional de Rugby). As almofadas são em EVA Foam.
- #7580 HexPad®Thudd Short with Extended Thigh (#7580 HexPad, 2012), da McDavid Inc. Produtos para medicina desportiva e proteção no desporto. Disponibiliza produtos wearables em 3 áreas: medicina desportiva, equipamento de protecção e vestuário). Este produto é um calção de compressão com 5 HexPads que protegem os quadris, o osso do cóccix e as coxas. Sector de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: A tecnologia de protecção HexPad está patenteada, é leve e respirável. Pode ser lavado na máquina.
- #7867 HexPad® HexMesh™ 6-Pad Short Sleeve Body Shirt (#7867 HexPad, 2012), da McDavid Inc. O produto é uma camisa de compressão com tecnologia de proteção HexPad, nos ombros, coluna vertebral, esterno e costelas. Setor de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Pode ser lavado na máquina. Tecido de compressão para reduzir a fadiga dos músculos. Gestão de humidade para o conforto térmico e ventilação.
- 7862WT Womens HexPad® V-Hex™ Body Shirt with HexMesh™ (7862WT HexPad, 2012), da McDavid Inc. Produto que protege as costelas e a coluna vertebral com tecnologia de proteção HexPad. Com um corte em “V” na região do pescoço para maior conforto. Sobre as costas e os ombros é coberto por uma rede de compressão e para maior ventilação. Setor de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: Especialmente ajustado ao sexo feminino.
- #7730 HexPad® Goal Keeper Shirt with Rib Pads (#7730 HexPad, 2012), da McDavid Inc. O produto é uma camisola de guarda-redes que através de tecnologia HexPads protege as costelas laterais, os braços e os ombros. É constituído por tecido de compressão para reduzir a fadiga dos músculos. Setor de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Pode ser lavado na máquina.
- Shockskin™ 5-Pad Sleeveless Impact Shirt (ShockSkin, 2012), da ShockDoctor. Camisola sem mangas com almofadas de espuma ventilada e protegidas por costuras de alta frequência que acompanham o contorno e movimento do corpo. A proteção é efectuada sobre os ombros, costelas e coluna vertebral. Setor de comercialização: desporto de contacto. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve, respirável e com tecido anti-bacteriológico. Pode ser lavada na máquina.

Tabela 21 Soluções existentes de proteção física sob a forma de produtos para desportos de contacto. São comparados os tipos de atividades, ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspetos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Wearables de proteção (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Desportos de contacto (rugby, futebol americano, basketball, futebol)	Kooga Rugby EVX V Shoulder Pads http://www.kooga-rugby.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nos ombros e no braço anterior Negativo: A região de proteção está restrita a algumas zonas
	Gilbert Rugby Protection Shoulder Synergie 12 http://www.gilbertrugby.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nas costelas, rins, bíceps, costas e esterno Negativo: A região de proteção está restrita a algumas zonas
	Kipsta R700 shoulder pads http://www.kipsta.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nos ombros, pescoço, costelas, bíceps e vértebras Negativo: A região de proteção está restrita a algumas zonas
	McDavid Inc. #7580 HexPad®Thudd Short with Extended Thigh http://www.mcdavidusa.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nos quadris, cóccix, e nas coxas Negativo: A região de proteção está restrita à região da anca e da perna
	McDavid Inc. #7867 HexPad® HexMesh™ 6-Pad Short Sleeve Body Shirt http://www.mcdavidusa.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nos ombros, coluna vertebral, esterno e costelas Negativo: A região de proteção está restrita à região do tronco posterior e anterior
	McDavid Inc. 7862WT Womens HexPad® V-Hex™ Body Shirt with HexMesh™ http://www.mcdavidusa.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nas costelas e na coluna vertebral Negativo: A região de proteção está restrita à região do tronco posterior e anterior
	McDavid Inc. 7862WT Womens HexPad® V-Hex™ Body Shirt with HexMesh™ http://www.mcdavidusa.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nas costelas laterais, nos braços e nos ombros Negativo: A região de proteção está restrita à região do tronco e dos braços
	ShockDoctor Shockskein™ http://www.shockdoctor.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nos ombros, costelas e na coluna Negativo: A região de proteção está restrita às regiões mencionadas

- Spine Ergo (Spine Ergo, 2012), da POC Sports, empresa sueca de desenvolvimento de equipamento de proteção. É um protetor de costas muito leve que através de alças permite um melhor ajuste individual. É constituído por um exo-esqueleto de placas de polipropileno com um núcleo de absorção de choque. Setor de comercialização: desportos radicais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos, tratamento anti-odor.
- Spine VPD Tee (Spine VPD Tee, 2012), da POC Sports. É uma camisola de manga curta, com proteções nos ombros e no peito. Foi desenvolvida para níveis de proteção elevados, alta mobilidade e conforto. Setor de comercialização: desportos radicais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos, tratamento anti-odor.

- Skin GS JR VPD (Skin GS, 2012), da POC Sports. É um fato de corrida, em desportos de neve ou, sobre rodas, feito em fibra, de mangas e pernas compridas. Foi desenvolvido para níveis de protecção elevados, alta mobilidade e conforto. É uma solução de protecção integrada com várias partes do corpo como a perna e coxa, anca, braço, antebraço e ombros, com exceção da cabeça. Setor de comercialização: desportos radicais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos, tratamento anti-odor.
- Hip VPD 2.0 Shorts (Hip VPD 2.0 Shorts, 2012), da POC Sports. São uns calções de protecção para a região da anca e do cóccix, têm a vantagem de quando vestidos oferecerem um perfil elegante e discreto. As proteções são perfuradas para maior ventilação, assim como, a malha dos calções. Setor de comercialização: desportos radicais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos, tratamento anti-odor.

A POC Sports respeita a tradição sueca no desenvolvimento de produtos com alto nível de performance em aspectos de segurança e protecção. Engloba ainda no seu catálogo de produtos, outros tipos de equipamentos de protecção para diferentes regiões do corpo, como capacetes, luvas, joelheiras, cotoveleiras, proteções dos tornozelos e pulsos, entre outros.

Tabela 22 Soluções existentes de protecção física sob a forma de produtos para desportos radicais. São comparados os tipos de atividades, ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspectos positivos e negativos que apresentam.

Tipos de população	Wearables de protecção (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Desportos radicais (motociclismo, snowboard, downhill)	POC Sports Spine Ergo http://www.pocsports.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas nas costas. Utilização de uma estrutura tipo exo esqueleto com bons índices de protecção Negativo: Limita a protecção à região das costas. Baixos níveis de conforto para o uso diário
	POC Sports Spine VPD Tee http://www.pocsports.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas no peito e nos ombros. Utilização de uma estrutura tipo exo esqueleto com bons índices de protecção, mobilidade e conforto Negativo: Limita a protecção à região dos ombros e do peito. Baixos níveis de conforto para o uso diário
	POC Sports Skin GS JR VPD http://www.pocsports.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas em toda a perna, nas ancas, nos ombros e braços Negativo: Difícil de vestir para pessoas com pouca mobilidade. Baixos níveis de conforto para o uso diário
	POC Sports Hip VPD 2.0 Shorts http://www.pocsports.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de quedas na região da anca e do cóccix. Quando vestidos proporcionam uma silhueta elegante e discreta Negativo: Difícil de vestir para pessoas com pouca mobilidade. Limita a protecção às regiões descritas

- URB-1801 Chest Guard (URB-1801, 2012), da Urwa Industries empresa Paquistanesa de equipamentos para Boxe. Protetor feito de couro sintético com enchimento das proteções em espuma EVA, é preso ao peito através de alças elásticas de cruzar nas costas. Também pode ser ajustado ao corpo. Setor de comercialização: Artes marciais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos,

tratamento anti-odor.

- Korpertech Body Armour (Korpertech, 2012), da BlitzSports empresa. Especialmente concebido para praticantes de artes marciais, ajuda a reduzir os efeitos de choques e contusões através de proteções colocadas numa camisola de manga curta e calções. Sector de comercialização: Artes marciais. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: é leve e respirável. Disponível em vários tamanhos.

Neste tipo mercado, o de soluções de proteção para prática de artes marciais, existem várias soluções para proteção de zonas corporais como, as canelas, os pés, as mãos, a cabeça. Contudo, na sua grande maioria são projetadas para a realização desses desportos em situações extremas e de alta competição.

Tabela 23 Soluções existentes de proteção física sob a forma de produtos para artes marciais. São comparados os tipos de atividades, ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspectos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Wearables de proteção (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Artes marciais	Urwa Industries URB-1801 Chest Guard http://www.urwind.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de pancadas na região do peito e costelas laterais. Pode ser colocado por cima da roupa. Negativo: Difícil de colocar no corpo, o sistema de aperto é nas costas. Só protege a região do peito e costelas.
	BlitzSports Korpertech Body Armour http://www.blitzsport.com	Positivo: Minimiza as forças de impacto provenientes de pancadas em várias regiões do corpo (côccix, coluna, anca, costelas, peito, ombros). Muito discreto e confortável. Fácil de vestir Negativo: Não protege os cotovelos e os joelhos.

No caso de soluções de proteção física destinadas a militares, ou forças de manutenção da ordem, a necessidade encontra-se focada na proteção balística, no conforto e na mobilidade do utilizador. As zonas corporais de protecção neste tipo de soluções variam entre zonas vitais e zonas de mobilidade. Contudo é nas zonas vitais, como o tronco e a cabeça, que se podem encontrar mais alternativas. Para as zonas de mobilidade, como as articulações do joelho, do cotovelo, dos ombros e das mãos, existem também uma série de acessórios, mas sempre com o principal foco na proteção balística e na mobilidade. Nos pontos seguintes estão descritos alguns exemplos dessas soluções:

- Model 71 Fragmentation (Model 71 Fragmentation, 2012), da Mars Armor empresa Búlgara de soluções para protecção balística. Colete à prova de bala com proteção dianteira, traseira e lateral, possibilita ainda a colocação de uma protecção do pescoço e da virilha. Setor de comercialização: Militares. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: leve e confortável. Painéis balísticos removíveis. Lavável.

- Ballistic Elbow and Knee Pads (Ballistic Elbow and Knee Pads, 2012), da Point Blank empresa Norte Americana de armaduras corporais para proteção balística. Estas soluções são constituídas por joelheiras e cotoveleiras que cumprem os mais altos padrões balísticos para projectéis de 9 mm. Estas proteções foram projetadas, juntamente com a protecção balística, de forma a proporcionar conforto em cenários de low crawling (rastejar). Setor de comercialização: Militares. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: leve e confortável.

- Tactical Leg Armor (Tactical Leg Armor, 2012), da Point Blank. Esta solução atende os mesmos padrões balísticos da anterior e fornece protecção balística para a parte superior da perna e coxa. Setor de comercialização: Militares. Nível de desenvolvimento: no mercado. Observações: leve e confortável.

Tabela 24 Soluções existentes de protecção física sob a forma de produtos para militares. São comparados os tipos de atividades, ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspectos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Wearables de protecção (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Militares	Mars Armor Model 71 Fragmentation http://www.marsarmor.com	Positivo: Protege a região frontal, lateral e traseira do tronco, de impactos provenientes de projéteis. Fácil de vestir. Possibilita a aplicação de proteções para outras regiões Negativo: Os níveis de protecção balística são demasiado exigentes para a necessidade de protecção física de seniores que caem. Pouco discreto
	Point Blank Ballistic Elbow and Knee Pads http://www.pointblankarmor.com	Positivo: Protege as articulações do joelho e do cotovelo de impactos provenientes de projéteis. Fácil de vestir Negativo: Os níveis de protecção balística são demasiado exigentes para a necessidade de protecção física de seniores que caem. Pouco discreto
	Point Blank Tactical Leg Armor http://www.pointblankarmor.com	Positivo: Protege a região superior da perna e coxa de impactos provenientes de projéteis. Fácil de vestir Negativo: Os níveis de protecção balística são demasiado exigentes para a necessidade de protecção física de seniores que caem. Pouco discreto e níveis de mobilidade desajustados para o uso diário

9.3 Patentes de sistemas para protecção física e assistência ativa

Como descrito na capítulo anterior, o mercado de produtos destinados à protecção física é vasto e com especial foco em produtos e equipamentos de protecção para prática de desportos de contacto, radicais, de defesa pessoal e até para militares. Contudo, os produtos destinados à protecção física de seniores em risco de cair, são ainda muito pouco significativos no mercado, existindo apenas alguns protetores de anca e com uma conotação muito clinica. Tendo então conhecimento do estado da arte de produtos já implementados no mercado surgiu a necessidade de conhecermos o estado da técnica de sistemas de protecção física e sistemas de assistência ativa.

O estado da técnica presente neste capítulo consiste numa sumula das patentes de wearables, pads de protecção, materiais, tecnologias de detecção e prevenção de quedas, tecnologias de localização, rastreamento e monitorização portátil. Um dos objectivos desta pesquisa foi o de conhecer e perceber alguns dos conceitos e soluções técnicas, já patenteadas, de forma a validar que o sistema de protecção física e assistência ativa que pretendemos desenvolver na Parte III deste trabalho não entrará em conflito de interesses, ou de direitos relativos a propriedade intelectual dos sistemas, ou produtos já patenteados. Outro dos objetivos foi o de validar que ainda não existe solução para o sistema que se pretende desenvolver, assim como aconteceu no capítulo anterior, uma avaliação de pontos positivos e negativos das soluções pesquisadas, de maneira a que os pontos positivos possam ser úteis

e ponderados no desenvolvimento da nossa solução, e os pontos negativos evitados.

No final de cada dimensão da pesquisa encontra-se uma tabela com um resumo da patente, com a identificação do destinatário(s) da patente e a avaliação positiva e negativa da solução.

Sistemas de proteção física (pads, wearables de proteção, materiais)

Foi feita uma pesquisa em bases de dados de patentes na internet (google.com/patents), utilizando como palavras chave “systems for physical impact protection”; “fall protection impact force”.

Patent No.: US 7,434,423 B1 (2008)

Impact Protection and Performance Garment

Reid, Jr. et al.

Uma peça de vestuário em malha tubular que inclui zonas de pressão por compressão (Figura 62). A invenção refere-se a peças de vestuário e, em particular, para meias de pressão por compressão aumentada e amortecimento em áreas seleccionadas. Pretende a presente invenção proporcionar uma malha que pode aumentar a pressão por compressão para partes seleccionadas da anatomia do utilizador. A função de proteção contra o impacto é pouco evidente, contudo os inventores reclamam que a malha pode também minimizar as forças de impacto, embora com menor performance do que a compressão.

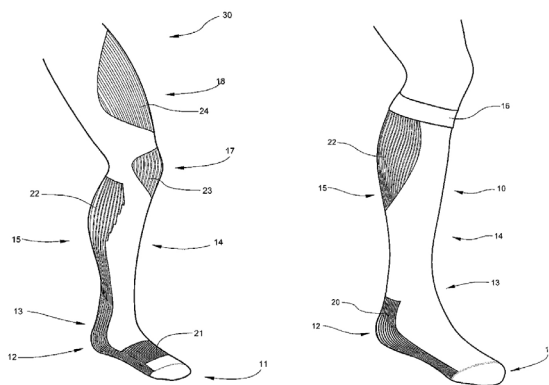


Figura 62 Ilustração da patente US 7,434,423 B1 de duas hipóteses para uma meia de cano alto com zonas de ponto de malha com maior densidade de forma a aumentar pressão de compressão nessas áreas.

Patent No.: US 5,483,705 (1996)

Female Athletic Protective System

DiMatteo

Um dispositivo de proteção da região genital feminina destinado especialmente à competição atlética (Figura 63). Constituído por uma taça alongada em forma de banana e uma cavidade côncava com um volume suficiente de ponte sobre a vagina e o períneo da utilizadora. Com um enchimento resiliente montado na extremidade da dita cavidade adaptada para absorver pelo menos uma parte de qualquer experiência de impacto, e, opcionalmente, incluindo uma curva de blindagem em forma de rim adaptada para se ajustar contra a área do intestino da utilizadora, com tamanho suficiente para se sobrepor e proteger os ovários. Incluí também uma peça de roupa para conter e posicionar a taça e o escudo de proteção.

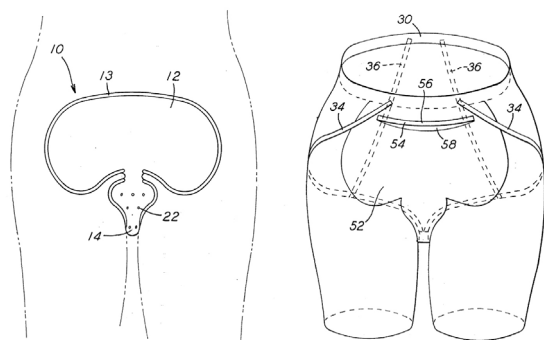


Figura 63 Ilustração da patente US 5,483,705 para o dispositivo de protecção da região genital feminina. Na figura pode-se observar o protetor da região do períneo e do útero, assim como, da peça de vestuário para colocação e posicionamento do protetor.

Patent No.: US 5,235,703 (1993)

Shock Absorbing Body Protector

Maynard

Um protetor de corpo para os atletas particularmente de motocross, ou corridas de motos, tendo um reservatório de plástico semirrígido externo e uma camada interna de ar, assim como, um material celular para absorver o impacto de uma queda ou colisão (Figura 64). O material da célula de ar compreende uma rede fechada de células que são interligadas através de canais. Os canais retardam o movimento de ar para fora da área de impacto, para assim distribuir a energia do impacto em toda a rede celular. Uma bomba integrante permite que o utilizador mantenha o material da célula de ar à pressão desejada. Um indicador de pressão permite que o utilizador possa estimar o nível de pressão de ar nas células.

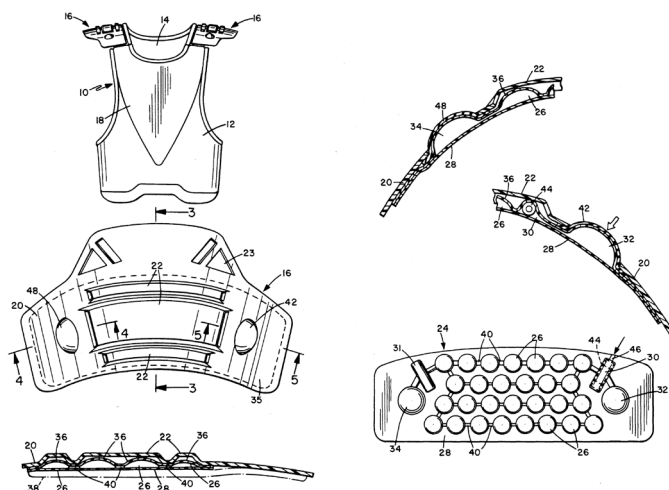


Figura 64 Ilustração da patente US 5,235,703, à esquerda com uma vista frontal do protetor do tronco e dos ombros, um corte transversal do protetor de ombro. À direita, uma vista de topo da camada interior das ombreiras onde se pode ver as células, a bomba de ar e o indicador de pressão, assim como, cortes transversais.

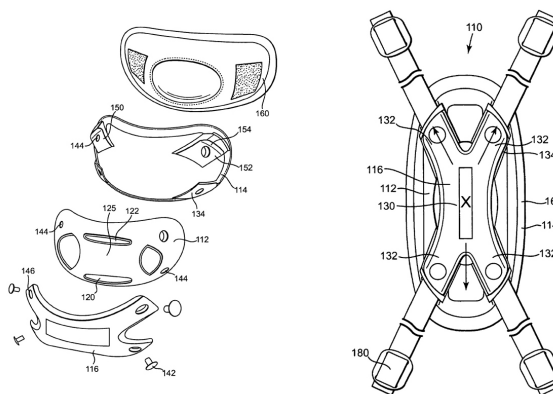
Patent No.: US 7,757,310 B2 (2010)

Impact Protection Device

Wong

Um dispositivo de proteção contra o impacto incluindo um membro de base, uma camada de amortecimento fixado a uma borda periférica do membro de base e um escudo contra impactos, operativamente ligado a uma superfície exterior do membro de base. O escudo de impacto pode ser defectível e móvel para o membro de base, e pode ser ligado ao membro de base numa pluralidade de localizações discretas (Figura 65). Este invento destina-se a ser usado por atletas, ou praticantes de desportos de contacto.

Figura 65 Ilustração da patente US 7,757,310 B2, à esquerda uma vista em explosão dos diferentes componentes do membro de proteção, à direita uma vista traseira do membro de proteção e do sistema de colocação e posicionamento.



Patent No.: US 2005/0067816 A1 (2005)

Method and Apparatus for Body Impact Protection

Buckman

Esta invenção é uma peça de vestuário de proteção ativa de quedas em pessoas com elevado risco de cair, como é o caso dos idosos. Pode ser contida num par de calções, ou numas calças, num casaco, num colete, em roupas íntimas (underwear), ou similares (Figura 66). As peças de vestuário compreendem várias camadas de material que restringem os bolsos a regiões que são insufláveis por uma fonte de gás comprimido, ou de espuma. As peças de vestuário compreendem também sensores para detetar parâmetros balísticos, tais como: a distância, aceleração, aceleração relativa e rotação. A informação do sensor é usada para determinar se é necessário a ativação. A deteção e ativação são realizadas num período de tempo muito curto, com a finalidade de oferecer proteção máxima para o indivíduo que veste a roupa. O sistema compreende um computador, ou controlador de lógica, que monitoriza os dados dos sensores em tempo real e coordena as informações de todos os sensores. O sistema calcula velocidade, distância e velocidade de rotação. Um sistema baseado em regras usado para detetar uma queda complexa em andamento e discriminar ações similares a quedas que podem acontecer na vida diária. As bolsas insufláveis protegem o indivíduo contra quedas, e outros impactos que podem causar fraturas ou lesões.

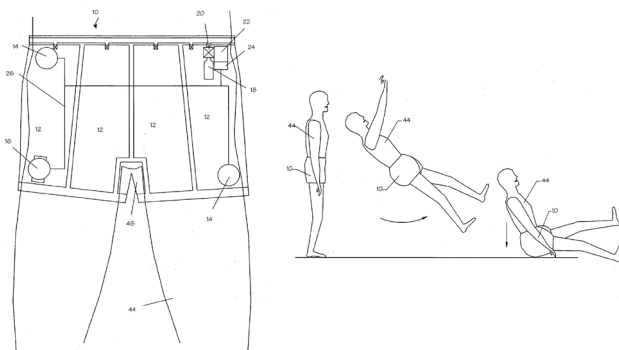


Figura 66 Ilustração da patente US 2005/0067816 A1, à esquerda uma vista frontal dos calções APG (active protection garment) constituído por câmaras insufláveis, giroscópios, acelerómetros, fonte de gás comprimido e válvula de acionamento, um controlador, um sistema elétrico e uma fonte de energia; à esquerda uma vista lateral dos shorts APG a serem insuflados aquando uma queda do utilizador.

Patent No.: US 2009/0300949 A1 (2009)

Dynamically Moderated Shock Attenuation System

Frederick et al.

Várias concretizações da presente invenção revelam um sistema dinâmico de atenuação do choque para calçado e / ou de vestuário (Figura 67). Compreende dois, ou mais, materiais que quando utilizados em conjunto produzem um processo dinâmico, contínuo e de resposta proporcional, ao longo da vasta gama de forças de impacto. Em várias concretizações do invento, os dois materiais compreendem um primeiro material que exhibe um comportamento Newtoniano geralmente às forças de impacto e um segundo material que exhibe geralmente comportamento não-Newtoniana em situações de impacto.

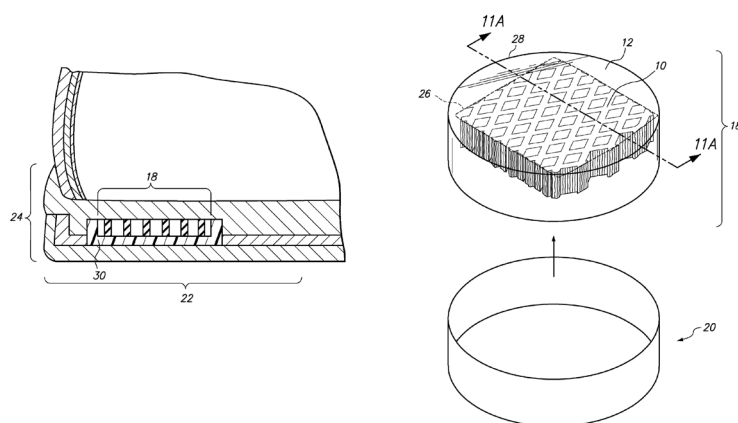


Figura 67 Ilustração da patente US 2009/0300949 A1, à esquerda podemos ver um corte longitudinal do calcanhar de um sapato representando os dois materiais que constituem o sistema de atenuação do impacto. À direita podemos ver o material com comportamento não-Newtoniano embebido pelo material Newtoniano.

O passo seguinte consistiu na avaliação das patentes de proteção física que têm vindo a ser referidas. Na Tabela 25 encontra-se descrita a avaliação das diferentes patentes, assim como, o tipo de população à qual se destina cada uma das invenções mencionadas.

Tabela 25 Soluções existentes de proteção física sob a forma de patentes. São comparados os tipos de actividades ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspectos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Patentes de proteção física (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Idosos Desportistas Doentes vasculares	Patent No.: US 7,434,423 B1 (2008) Impact Protection and Performance Garment Reid, Jr. et al.	Positivo: Permite a compressão muscular de várias zonas da perna e do pé. Discreto. Negativo: A função de proteção é pouco evidente, estando mais focada na compressão. Não possibilita a aplicação de proteções noutras regiões do corpo. A compressão da meia pode dificultar o vestir.
Desportistas (femininas)	Patent No.: US 5,483,705 (1996) Female Athletic Protective System DiMatteo	Positivo: Protege a região genital feminina e parte da barriga. O protetor pode ser retirado para lavagem da peça de vestuário que serve de suporte. É usado por debaixo da roupa tornando-se discreto. Adaptabilidade ergonómica à forma genital feminina. Negativo: A proteção está limitada à região genital feminina. Está direcionado para a prática desportiva.
Desportos motorizados (motocross)	Patent No.: US 5,235,703 (1993) Shock Absorbing Body Protector Maynard	Positivo: Protege a região do tronco e ombros. Alto nível de proteção ao impacto. Possibilidade de regular o nível de amortecimento. Negativo: Está focado para a prática de desportos motorizados. Pouco discreto e níveis de mobilidade desajustados para o uso diário. Difícil de vestir por pessoas com mobilidade reduzida.
Desportos de contacto	Patent No.: US 7,757,310 B2 (2010) Impact Protection Device Wong	Positivo: Alto nível de proteção ao impacto. Utilização em situações de risco ao impacto extremas. Negativo: Está focado para a prática de desportos de contacto. Pouco discreto e níveis de mobilidade desajustados para o uso diário. Difícil de vestir por pessoas com mobilidade reduzida.
Idosos em risco de cair	Patent No.: US 2005/0067816 A1 (2005) Method and Apparatus for Body Impact Protection Buckman	Positivo: Proteção ativa de quedas para pessoas com elevado risco de cair (idosos). O sistema pode ser aplicado a várias tipologias de peças de roupa e para diferentes zonas do corpo. Eficácia de proteção elevada. Negativo: Tecnologia de proteção pouco apropriada ao uso diário. Após a utilização do sistema de proteção o produto fica sem viabilidade de poder ser usado novamente. Preço elevado.
Desportistas	Patent No.: US 2009/0300949 A1 (2009) Dynamically Moderated Shock Attenuation System Frederick et al.	Positivo: Junção de dois materiais para aumento da performance ao choque ou impacto. Pode ser aplicado a vários tipos de roupa e calçado. Bom nível de dissipação de força de impacto. Pode ser usado diariamente. Negativo: Vários materiais similares já existentes no mercado. Nível de proteção baixo quando comparado com outras soluções dedicadas a impacto ou contacto em situações extremas.

Sistemas de assistência ativa (tecnologias de deteção e prevenção de quedas, de localização e rastreamento, monitorização portátil)

Foi feita uma pesquisa em bases de dados de patentes na internet (google.com/patents), utilizando como palavras chave “wearable technologies for detecting and preventing falls”; “wearable technologies for location and tracking”; “wearable technologies for portable monitoring”.

Patent No.: US 2003/0010345 A1 (2003)

Patient Monitoring Devices and Methods

Koblasz et al.

Este dispositivo apresenta uma, ou mais câmaras de vídeo ligadas a um computador que analisa os outputs das câmaras de forma a distinguir entre movimentos normais e quedas (Figura 68). Os movimentos ascendentes, ou similares, normalmente associados a

um paciente tentando sair da cama são identificados. Um alarme é ativado num posto de atendimento remoto quando um movimento de queda está determinado ter ocorrido. As câmaras e computadores estão situados como uma unidade de cabeceira.

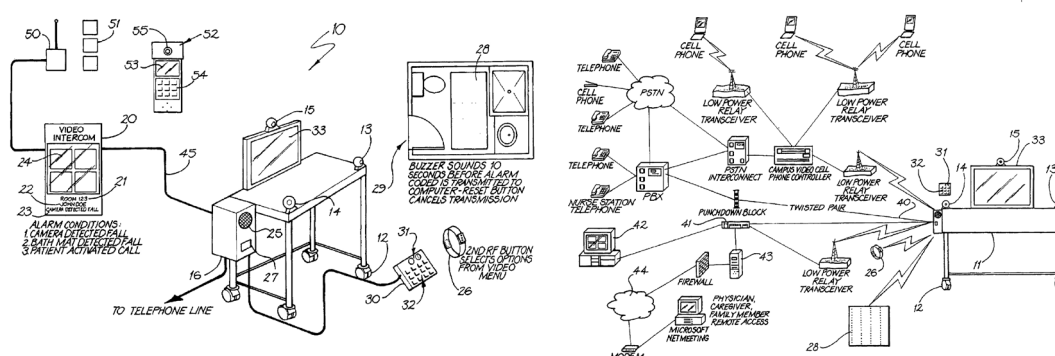


Figura 68 Ilustração da patente US 2003/0010345 A1, no lado esquerdo da figura está representado um diagrama de um sistema de monitorização de pacientes, à esquerda podemos ver outro diagrama da rede de comunicação.

Patent No.: US 6,433,690 B2 (2002)

Elderly Fall Monitoring Method and Device

Petelenz et al.

Um método e um sistema para gravação da aceleração e de dados da posição do corpo de pessoas idosas, ou deficientes (Figura 69). O sistema de monitorização da queda inclui a extração de sinal de recurso e métodos interpretativos para a caracterização de posições de aceleração do corpo durante os eventos de queda. O sistema pode detetar eventos de queda em idosos, e pode autonomamente notificar pessoal médico, ou membros da família de que a pessoa está a necessitar de ajuda imediata. Pode haver alguma colisão de interesses entre esta patente e o projecto a que este trabalho diz respeito. Contudo o âmbito de aplicação da referida patente é somente focado na deteção e aviso da ocorrência de quedas.

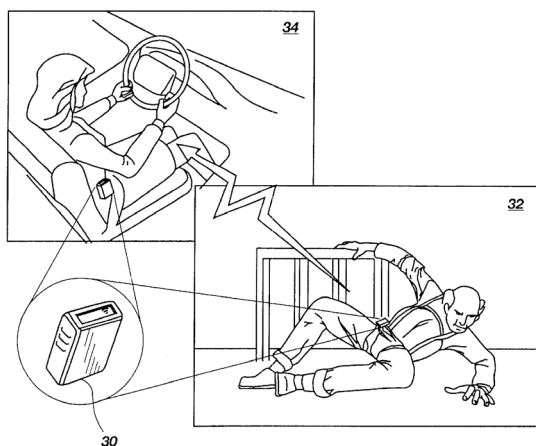


Figura 69 Ilustração da patente US 6,433,690 B2, dispositivo de detecção de quedas que providencia informação de quedas a familiares e prestadores de cuidados.

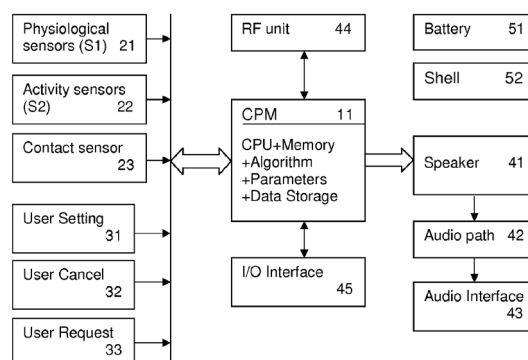
Patent No.: US 2008/0200774 A1 (2008)

Wearable Mini-Size Intelligent Healthcare System

Luo

Esta patente consiste num sistema e método para um sistema de saúde wearable de tamanho reduzido e inteligente, que contém um, ou vários sensores de sinais vitais, sensores de actividade, detecção em tempo real e análise contínua para vigilância da saúde, definição ajustável e optimizada ao utilizador da recolha de dados e com a capacidade de registar informações importantes sobre a saúde, contém saídas de áudio tipo beep e narrativas verbais para o utilizador (Figura 70). Também aciona um alarme via rede de comunicação sem fio para assistência imediata e necessária. O sistema utiliza tecnologia de monitorização contínua não-invasiva e indolor. O sistema também funciona através de rádio frequência de curto alcance para um PDA, ou telemóvel para exibir informações de saúde fazer contacto urgente para apoio médico individual, ou para transmissão de informação para um centro de saúde.

Figura 70 Ilustração da patente US 2008/0200774 A1, digrama do sistema para o dispositivo inteligente de monitorização de parâmetros médicos.



Patent No.: US 2009/0306485 A1 (2009)

Wearable Electronic System

Bell

Um sistema portátil modular electrónico que integra um cinto de interconexão de eletrodos com o corpo humano, módulos de sensores fisiológicos, módulos de circuitos electrónicos, software de controlo e módulos de fornecimento de energia tudo num único dispositivo (Figura 71). O projeto destina-se a permitir que sensores médicos e circuitos electrónicos de diferentes fabricantes possam ser conectado ao sistema com relativa facilidade. Este sistema permitirá uma plataforma que pode ser expandida para incorporar muitos tamanhos diferentes de sensores e circuitos electrónicos.

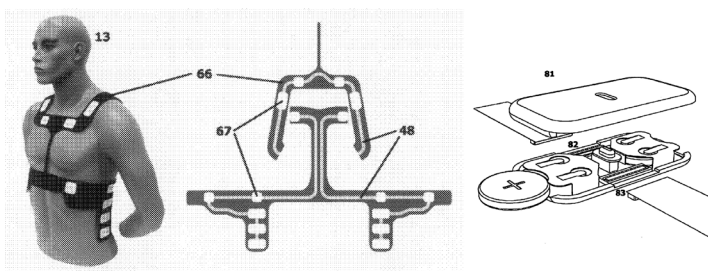


Figura 71 Ilustração da patente US 2009/0306485 A1, mostra o sistema electrónico combinado com um tecido onde são criadas aberturas na peça de vestuário em locais estratégicos para permitir que um circuito electrónico e/ou os sensores possam ser acedidos sem qualquer remoção do tecido.

Patent No.: US 2009/0143689 A1 (2009)

Wearable Device Assembly Having Athletic Functionality

Berry et al.

Um dispositivo com uma ligação USB e uma saliência em que é recebida na abertura para ligar o dispositivo ao transportador. É um dispositivo do tipo USB e com funcionalidade de monitorização parâmetros relacionados com actividade física e atlética (Figura 72).

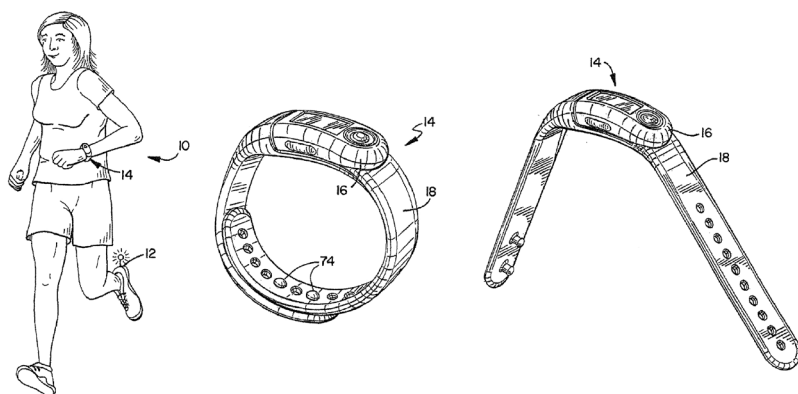


Figura 72 Ilustração da patente US 2009/0143689 A1, mostra o dispositivo portátil que pode ser colocado no pulso do utilizador.

O passo seguinte consistiu na avaliação das patentes de sistemas de assistência ativa que têm vindo a ser referidas. Na Tabela 26 encontra-se descrita a avaliação das diferentes patentes, assim como, o tipo de população à qual se destina cada uma das invenções mencionadas.

Tabela 26 Soluções existentes de assistência ativa nas quedas sob a forma de patentes. São comparados os tipos de actividades ou grupo de população a que se destinam, qual a categoria de produtos em que se inserem e uma avaliação dos aspetos positivos e negativos que apresentam.

Tipo de população	Patentes de proteção física (produtos vestíveis)	Avaliação da solução
Idosos Desportistas Doentes vasculares	Patent No.: US 2003/0010345 A1 (2003) Patient Monitoring Devices and Methods Koblasz et al.	Positivo: Detecção de quedas através de imagem. Utilização de sistemas de comunicação. Negativo: Está focado na detecção de quedas junto à cabeceira da cama. Não é um sistema wearable. Dispositivos de grandes dimensões.
Idosos Pessoas com incapacidades	Patent No.: US 6,433,690 B2 (2002) Elderly Fall Monitoring Method and Device Petelenz et al.	Positivo: Detecção de quedas através de dados de aceleração e posição do corpo. Permite notificar pessoal médico e familiares em caso de queda. Utilização de um dispositivo wearable. Negativo:
Pacientes com necessidade de monitorização clínica (ECG)	Patent No.: US 2008/0200774 A1 (2008) Wearable Mini-Size Intelligent Healthcare System Luo	Positivo: Sistema wearable de monitorização de parâmetros médicos. Para transmissão de dados funciona através de radiofrequência e utiliza tecnologia de monitorização contínua. Negativo: Não inclui detecção nem avisos de quedas.
Pacientes com necessidade de monitorização clínica (ECG)	Patent No.: US 2009/0306485 A1 (2009) Wearable Electronic System Bell	Positivo: Sistema wearable e modular para sensorização fisiológica. Permite a utilização de sensores e dispositivos electrónicos de diferentes fabricantes. Negativo: Não inclui detecção nem avisos de quedas.
Desportistas	Patent No.: US 2009/0143689 A1 (2009) Wearable Device Assembly Having Athletic Functionality Berry et al.	Positivo: Dispositivo wearable de fácil colocação e utilização. A utilização de uma ligação familiar (USB) facilita a aprendizagem no uso do dispositivo. Negativo: Dedicado a monitorização de parâmetros relacionados com atividade física.

9.4 Tecnologias de detecção e prevenção de quedas

As tecnologias de segurança destinadas à população sénior podem contribuir com grandes vantagens e valor para as necessidades deste tipo de população. O aumento do sentido de segurança, a independência prolongada, a melhoria da qualidade de vida potenciando melhorias na saúde dos seniores, assim como, maior tranquilidade para os prestadores de cuidados informais (familiares), melhoria na qualidade dos cuidados de saúde e diminuição das responsabilidades associadas ao prestador desses cuidados (médicos, enfermeiros, terapeutas) (Jacob, 2009) são fatores que proporcionam a conceção, o desenvolvimento, a verificação, comercialização e a procura dessas tecnologias. Indiretamente, as tecnologias de segurança para a população sénior contribuem para melhorar a qualidade dos cuidados de saúde, para um contribuinte mais satisfeito e consequentemente uma sociedade mais saudável. As tecnologias de detecção e prevenção de quedas são uma área com potencial interesse, no que concerne ao problema que representa as quedas na população sénior. Estas tecnologias podem ser classificadas em, tecnologias portáteis e tecnologias embebidas no ambiente de uso (Jacob, 2009).

Tecnologias portáteis ativadas pelo utilizador:

Philips Life Line consiste numa linha de produtos portáteis que detectam quedas e pressionando um botão que efetua uma chamada de alerta (Philips Lifeline Medical Alarm, 2010), tendo a configuração de um pequeno aparelho de pendurar ao pescoço. O Life Alert é um serviço de emergência muito similar ao anterior (Life Alert Medical Protection, 2010), que pode estar inserido num relógio, ou também num dispositivo de pendurar ao pescoço. A Telecare Systems, também disponibiliza detetores de quedas, através de sensores reativos que registam alterações na posição procedidas de impactos (Telecare Systems, Fall Detector, 2010).

Tecnologias portáteis ativadas automaticamente:

A Tunstall é uma empresa de soluções de telemedicina, que desempenha um papel central no apoio a pessoas idosas com necessidades especiais, promovendo uma vida mais ativa e independente (Tunstall, 2010). Esta empresa disponibiliza soluções para gestão de quedas em idosos, através de detetores de quedas, sensores de ocupação para a cama e para cadeiras e detetores de movimento. A empresa Halo Monitoring também disponibiliza dispositivos de detecção de quedas automáticos, não sendo necessário pressionar nenhum botão de alarme em caso de queda (Halo Monitoring, 2010). Este dispositivo permite verificar se a queda ocorreu na totalidade (utilizador na posição horizontal), ou se foi somente uma colisão contra algum tipo de obstáculo (utilizador em posição oblíqua).

Tecnologias embebidas no ambiente de uso:

Tecnologias que passam despercebidas, mas que estão permanentemente a reagir aos movimentos dos utilizadores idosos. Exemplos dessas tecnologias são: detetores de quedas baseados em vibrações no chão (Alwan et al., 2010) o detetor foi concebido para superar alguns dos inconvenientes comuns em detetores anteriores. O desempenho foi avaliado através de testes de laboratório em manequins antropomórficos que demonstraram que a taxa de detecção de queda é de 100% e muito reduzida em relação a falsos alarmes. Outro exemplo de tecnologias de detecção de quedas, mesmo antes dessas acontecerem, são sensores de movimento que monitorizam atividades do dia-a-dia (Assisted Living) (Living Independently, 2010), (Grand Care Systems, 2010), através do envio de dados para uma estação base, que por sua vez envia esses dados para um servidor. Os dados são analisados

e identificadas alterações no comportamento, emitindo alertas para os prestadores de cuidados de saúde.

O Journal of Biomechanics publicou em 2008, um estudo da aplicação de um sistema de análise de movimento, em termos de impacto e pré-deteção de queda (Nyan et al., 2008). O estudo teve como principal objetivo investigar as características originais de segmentos do corpo em atividades do dia-a-dia, para se fazer a deteção automática de queda na sua fase descendente e anterior ao impacto, pretendendo evitar, ou atenuar possíveis lesões. Concluíram que as quedas podem ser detectadas em cerca de 700 ms de tempo antes do impacto.

No sentido de validar o conceito de que as quedas se podem detetar, o mesmo número da publicação referenciada no parágrafo anterior, foi publicado por dois dos mesmos autores um outro artigo de um sistema portátil para deteção de impacto na pré-queda (Nyan et al., 2008) [01]. Neste é apresentando a implementação e resultados dos ensaios clínicos de um protótipo de vestir, para a deteção de pré-impacto da queda, baseado nas características dos movimentos angulares da coxa e do tronco em quedas e em actividades do dia-a-dia.

9.5 Tecnologias de localização e rastreamento

O momento seguinte à queda pode resultar em desmaio, ou imobilização. É importante, para um indivíduo que sofre uma queda, ser facilmente localizado, para poderem ser acionados todos os meios de auxílio disponíveis, em serviços de emergência ambulatoria, (Inem, bombeiros, familiares). Por isso, outra área de tecnologia de localização tem aplicado sistemas de GPS (Global Position System), ou de rádio frequência (RF), a dispositivos de monitorização e localização ligados à autoridades locais e/ou familiares. Contudo, os sistemas GPS podem apresentar alguns constrangimentos de uso em ambientes interiores, sendo mais apropriado, para estes casos, recorrer a sistemas de RF.

A combinação de sistemas GPS e RF, começa a emergir em dispositivos que ajudam a localizar pessoas com Alzheimer que estão perdidas, ou desaparecidas (SCSO, 2010), através de uma pulseira inviolável, preparada para diversos contextos de ação (resistente à água) e que se coloca no tornozelo. Outro exemplo, embora não especificamente direcionado para a população idosa, é um sistema em que alia as tecnologia GPS, com tecnologia sem fios de rastreamento (GPSIT GPS, 2010). Este sistema, consiste numa plataforma com base na Web de gestão e acompanhamento, através de dispositivos de rastreamento (sensores e acessórios), fornecendo informações de posicionamento preciso, em ambientes interiores e subterrâneos.

9.6 Tecnologias de saúde e bem estar

Este tipo de tecnologias tem por objetivo a avaliação remota da saúde das pessoas, através da monitorização de sinais vitais (pulso, temperatura, níveis de glucose, funções pulmonares), quer em casa, no trabalho, ou em actividades de entretenimento ou lazer, de forma a proporcionar um envelhecimento mais activo (Honeywell HomMed, 2010), (Viterion TeleHealthcare, 2010), (Philips, 2010). Muitas destas tecnologias, incluem uma estação base (plataforma), produtos de monitorização periféricos (add ons) que se podem acoplar e interligar nessa plataforma e a um software alojado na internet, que faz a análise dos dados. Outro tipo de tecnologias que incluem a utilização de plataformas, são produtos de tele-saúde, conectáveis com vários produtos de diferentes fabricantes e que fazem a leitura

de dados biométricos (IMetrikus, 2010). Este sistema faz a transferência dos dados, através de uma ligação à internet vulgar para um computador pessoal, ou de volta ao dispositivo de leitura.

9.7 Tecnologias de monitorização portáteis

Estas tecnologias são baseadas em produtos de colocação em contacto com o corpo do utilizador, onde, através de sensores de movimento e acelerómetros, se pode identificar o número de calorias gastas, consumidas, atividade física, número de passos, duração do sono e controlo de peso (Body Media, 2010), (Nike+, 2010). Neste último caso, o sistema consiste num pequeno sensor de movimento, que se coloca junto dos pés do utilizador, fazendo a leitura de distância percorrida, as calorias gastas nessa distância, permitindo também a programação de diferentes sessões de treino. A informação é enviada para um leitor portátil (smartphone, ou ipod), que envia a informação para uma base na internet. Este tipo de dispositivos tem a vantagem de poderem ser usados em ambientes interiores e exteriores.

Como se verifica pela revisão da literatura, a problemática das quedas na população sénior é bastante estudada por diferentes áreas da sociedade contemporânea. Contudo, denota-se que uma disciplina fundamental na conceção e desenvolvimento de produtos, ou sistemas, capazes de minimizar o problema das quedas, ainda não lhe dedicou atenção suficiente. Essa disciplina é o Design, nas vertentes Universal e do Co-Design. Denota-se que o envelhecimento, as consequências das quedas, a melhoria na segurança e desempenho físico com uma abordagem assente num processo de conceção, desenvolvimento e validação de soluções, que minimizem as lesões físicas, sustentadas por processos e metodologias de desenvolvimento de produtos, destinados à população sénior que cai, são áreas com grande potencial de crescimento.

Nota final:

Está a ser preparado um artigo para submissão à revista Design Issues com o título “Design methods for aging needs: Transformation problems into needs and validate their relevance and key stakeholders”. Este artigo condensará as principais etapas descritas na segunda parte deste trabalho.

PARTE III

PROTEÇÃO FÍSICA E ASSISTÊNCIA ATIVA EM SISTEMAS DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS EMBEBIDAS EM PRODUTOS VESTÍVEIS.

- CAPÍTULO 10** Definição dos requisitos para produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa
- 10.1 Introdução, trabalhos relacionados, objetivos e método utilizado
 - 10.2 Análise de métodos para identificação de requisitos
 - 10.3 Modelo proposto para definição dos requisitos em produtos vestíveis
 - 10.3.1 Transformação das necessidades em requisitos
 - 10.3.2 Identificação do fator de influência
 - 10.3.3 Quantificação e métricas de cada requisito, relação tecnologia/custo
 - 10.3.4 Realização de um questionário para obtenção da classificação dos requisitos
 - 10.3.5 Tratamento dos dados para classificação dos requisitos
 - 10.4 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos
- CAPÍTULO 11** Desenvolvimento da linha de proteção osteoarticular e de assistência ativa
- 11.1 Conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física
 - 11.1.1 Construção de um protótipo inicial para testes preliminares
 - 11.1.2 Teste de usabilidade preliminar do protótipo inicial com utilizadores reais
 - 11.1.3 Brainstorming para identificação de conceitos de proteção física
 - 11.1.4 Protótipos preliminares dos conceitos mais promissores
 - 11.1.5 Escolha do conceito mais promissor
 - 11.1.6 Desenvolvimento do modelo para a plataforma final
 - 11.1.7 Construção do protótipo da plataforma final
 - 11.2 Conceção e desenvolvimento dos pads de proteção
 - 11.2.1 Metodologia de desenvolvimento bio-inspirada
 - 11.2.2 Identificação de áreas para a colocação de proteções osteoarticulares
 - 11.2.3 Identificação e análise das articulações
 - 11.2.4 Delimitar as zonas a proteger
 - 11.2.5 Planificação das zonas de delimitação
 - 11.2.6 Aplicação do padómetro num modelo anatómico do cotovelo
 - 11.2.7 Dimensionamento dos planos sobre o padómetro
 - 11.2.8 Correções dos planos e validação com utilizadores reais
 - 11.2.9 Desenhos CAD e modelação 3D dos pads
 - 11.3 Desenvolvimento da malha 3D e aplicação dos pads na plataforma
 - 11.3.1 Malha 3D embebida com o termo-endurecível silicone
 - 11.3.2 Costuras coladas aplicadas na malha de microfibras
 - 11.3.3 Processo para aplicação dos pads de proteção na plataforma
 - 11.3.4 Aplicação experimental do processo para o pad do cotovelo
 - 11.4 Concepção e desenvolvimento do sensor de deteção de quedas
 - 11.4.1 Metodologia de desenvolvimento inspirada em elementos tradicionais
 - 11.4.2 Desenvolvimento formal do conceito inicial para a colocação do sensor
 - 11.4.3 Modelo tridimensional do conceito inicial do sensor – 1ª versão
 - 11.4.4 Protótipos preliminares do conceito para colocação do sensor
 - 11.4.5 Desenvolvimento formal e funcional do conceito do sensor – 2ª versão

- 11.4.6 Protótipos para validação formal e dimensional
- 11.4.7 Modelação CAD 3D do sensor e da placa de circuitos impressos
- 11.4.8 Realização de protótipos funcionais

10. Definição dos requisitos para produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa

Após a análise efectuada na Parte I, à avaliação global das consequências físicas, económicas e sociais das quedas, com base na literatura da especialidade e a realização do inquérito a utilizadores seniores (Parte II), de maneira a facilitar a identificação de problemas e posterior transformação desses problemas em necessidades para a definição dos requisitos funcionais, técnicos e sensoriais da solução que se pretende desenvolver. O presente capítulo consiste no processo de identificação, quantificação e classificação desses requisitos. O texto que se segue durante os capítulos 10.1 até ao 10.3.1 foi publicado nas atas da II Conferência Internacional de integração do Design, Engenharia e Gestão para a Inovação, que decorreu no Brasil no ano de 2012. O artigo em causa tem o título de “Modelo para Definição dos Requisitos no Desenvolvimento de Produtos Wearables de Protecção Física e Assistência Ativa” (Terroso et al., 2012).

10.1 Introdução, trabalhos relacionados, objetivos e método utilizado

Os produtos, sistemas de produtos, ou serviços que são mais seguros e amigos dos utilizadores, são benéficos para todos, mas beneficiam em especial aqueles grupos de utilizadores que são mais atípicos, como é o caso das pessoas com deficiência, idosos, crianças, ou pessoas provenientes de minorias culturais ou linguísticas (Commission of the European Communities, 2009). O envelhecimento da população e incapacidades consequentes, já se começam a refletir na qualidade de vida da sociedade contemporânea. A população idosa, está a perder a sua independência e bem-estar. O crescimento deste grupo de população é tão acentuado que se prevê um crescimento da população global, de 6.9 biliões de pessoas para 8.1 biliões em 2025 (United Nations, 2008). O crescimento não se remeterá somente ao número de pessoas, mas também, ao número de pessoas idosas, seremos mais e mais velhos.

As quedas são um dos principais factores de morbidez na população sénior. Cerca de um terço da população com mais de 65 anos e a viver na sua própria habitação sofre uma queda todos os anos. Mais de metade desta população que vive em lares também sofre uma

queda todos os anos, e 10% a 25% dessas quedas têm consequências em lesões graves (Kane et al., 2009). As quedas são também a principal causa de morte por ferimento, e a principal causa de ferimentos não mortais que requerem tratamento hospitalar (Centers for Disease Control and Prevention, 2010).

Os produtos de proteção física e as tecnologias de detecção e prevenção de quedas, poderão ser uma área com potencial interesse, no que concerne ao problema que representa as quedas na população sénior (Jacob, 2009). No entanto, o sucesso deste tipo de produtos pode estar dependente de uma boa identificação das necessidades dos utilizadores seniores, para uma posterior definição dos requisitos que suprimam essas necessidades.

Trabalhos relacionados

A definição de requisitos no desenvolvimento de produtos (industriais, eletrónicos) é uma área já explorada na literatura. São vários os estudos e publicações que apresentam métodos e modelos para definição de requisitos. Alguns com investigação focada na realização de especificações de produtos eletrónicos de forma a permitir que os requisitos do produto sejam relacionados com a sua forma física e na relação com utilizador (McKay et al., 2001). Outros estudam a importância da criação de mecanismos que garantam que a informação com os requisitos do cliente, derivada de várias fontes da equipa de desenvolvimento, seja consistente dentro das organizações. Examinam a integração dos requisitos no design de produtos industriais através de um modelo generalista que facilita a comunicação entre os diferentes departamentos (Bailetti e Litva, 1995). Outros ainda investigam como a utilização de métodos de definição de requisitos elaborados por metodologistas, são pouco postos em prática em empresas reais que desenvolvem produto e identificam requisitos durante esse processo (Darlington e Culley, 2004). Apesar dos resultados demonstrarem que muitas vezes o processo real de identificação de requisitos não é muito bem estruturado, nada indica que não possam ser bem sucedidos. Os autores defendem que não há uma abordagem única para gerar requisitos e que seja adequado a todas as empresas. Noutro caso, e através de uma abordagem probabilística, são extraídas e caracterizadas de forma qualitativa as preferências subjectivas dos clientes e incorporadas no design de produto (Wang e Tseng, 2011). O estudo concluiu que a perceção subjetiva e qualitativa dos clientes, tais como carinho, aparência estética, facilidade de utilização e facilidade de uso pode ser crucial para a aceitação final de um novo produto.

Desta forma e, sendo a identificação dos requisitos um dos principais passos no desenvolvimento de produtos e a inexistência de um modelo prescritivo para a execução deste passo, no desenvolvimento de produtos vestíveis para a proteção física e a assistência ativa focados na população sénior em risco de cair, é a nosso ver uma falha nas metodologias e processos de definição de requisitos no desenvolvimento de produtos nesta área. A formulação de um modelo, poderá ser um importante contributo para os profissionais que nela operam. Perante este cenário, a pergunta que se coloca é:

- Como podemos identificar requisitos no desenvolvimento de produtos vestíveis, para proteção física e assistência ativa, destinados à população sénior?

Objetivo e método utilizado

O objetivo deste estudo foi a definição de um modelo prescritivo para definir necessidades e requisitos no desenvolvimento de produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa focados na população sénior em risco de cair. Foram selecionados três autores com publicações de diferentes anos relacionadas com o design e o desenvolvimento de produto

em geral (Bonsiepe, 1992; Page et al., 2001; Ulrich e Eppinger, 2000), e um quarto autor com uma publicação recente, totalmente focada no desenvolvimento de dispositivos médicos (Zenios et al., 2010). Para cada autor foi feita uma análise dos métodos que identificam requisitos e/ou necessidades com base: no âmbito de aplicação do método; a designação que cada autor atribuiu à tarefa; a forma como classifica cada requisito, ou seja, o seu grau de importância; as categorias em que podem ser colocados, assim como a forma como podem ser obtidos junto dos utilizadores; por último a descrição do processo de aplicação dos diferentes métodos. Com base nesta análise e na informação dela extraída, assim como na experiência empírica de cada participante, a informação foi organizada num modelo final prescritivo (Figura 74). Este modelo foi formado através da realização de um “brainstorming” por uma equipa de especialistas em desenvolvimento de produto e situados em áreas como o design, a engenharia, a confecção têxtil, as ciências biomédicas e um painel de pessoas seniores.

10.2 Análise métodos para identificação de requisitos

Foram analisados quatro métodos de identificação de requisitos por autores de referência. Esses métodos foram os seguintes:

- Identificação dos requisitos de uso (Bonsiepe, 1992)
- Identificação dos requisitos de qualidade (Page et al. 2001)
- Identificação das necessidades do consumidor (Ulrich e Eppinger, 2000)
- Desenvolvimento das necessidades (Zenios et al. 2010)

As Tabelas 27, 28, 29 e 30 resumem os métodos de identificação de requisitos/necessidades para o desenvolvimento de produtos propostos pelos autores analisados e de acordo com o que foi descrito anteriormente. Encontra-se dividida em cinco categorias: o âmbito de aplicação do método; a designação utilizada pelos autores para os requisitos/necessidades; o tipo de classificação atribuída aos requisitos; as categorias em que podem ser colocados; como se podem obter; e o processo de aplicação.

Identificação dos requisitos de uso

Através da análise realizada ao método de Bonsiepe (Tabela 27), verificamos que os requisitos do produto segundo este autor, são as características necessárias do produto que se pretende desenvolver. Os requisitos devem ter prioridades e devem estar categorizados. As prioridades podem ser subdivididas em três classes: requisitos a satisfazer taxativamente; requisitos desejáveis; e requisitos opcionais (Bonsiepe, 1992). As categorias em que os requisitos são distribuídos, podem ser: de segurança; funcionalidade; limitação da margem de erro; comodidade na manipulação do produto; duração; facilidade de limpeza; redução do espaço ocupado; acessibilidade para montar acessórios; carácter sistémico; respeito pelas normas vigentes (Bonsiepe, 1992). Depois de definidos os requisitos, os quais Bonsiepe designa por “requisitos de uso”, o passo seguinte é encontrar os parâmetros que desempenham um papel activo, quais os factores influenciados por esses parâmetros e se estes factores e subfactores podem ser quantificados (Bonsiepe, 1992).

Tabela 27 Análise do método de Bonsiepe para identificação de requisitos / necessidades para o desenvolvimento de produtos.

Autor	Bonsiepe, 1992
Âmbito de aplicação	Design Industrial
Designação	Requisitos de uso
Classificação dos requisitos	A satisfazer taxativamente; Desejáveis; Opcionais
Categorias de requisitos	Segurança; Funcionalidade; Limitação da margem de erro; Comodidade na manipulação; Duração; Facilidade de limpeza; Redução do espaço ocupado; Acessibilidade para montar acessórios; Carácter sistémico; Respeito pelas normas vigentes
Como se obtêm	Não refere
Processo de aplicação	Identificação dos requisitos de uso; Identificação do parâmetro activo; Identificação do factor influenciado e do subfactor; Quantificação

Identificação dos requisitos de qualidade

Outro tipo de metodologia usada para a definição de requisitos de um produto, através da extração das necessidades que não são mencionadas pelo utilizador potencial, é o “modelo de Kano” (Kano et al., 1984). Este modelo identifica três tipos de requisitos: básicos; que podem ser melhorados; e atrativos (Page et al., 2001). De seguida está descrito a aplicação do “modelo de Kano” de acordo com Page et al. (2001). A categorização dos requisitos deve ser feita em três classes: requisitos funcionais, o modo como se usa o produto; requisitos de qualidade exigida, descrição subjetiva das especificações desejadas; requisitos de fiabilidade; e requisitos legais e normativos. Posteriormente é necessário conhecer a estrutura subjacente aos requisitos em relação à satisfação induzida.

Depois de elaborados os requisitos do produto e para os classificar (básicos, podem ser melhorados, atrativos), transformam-se os requisitos em perguntas, e para cada um devem ser formuladas duas perguntas: uma acerca do grau de aceitação do produto se tiver esse requisito, e outra, acerca do grau de aceitação se não tiver esse requisito. Para cada pergunta, o utilizador terá de responder numa escala de cinco hipóteses: gostaria muito; gostaria; é indiferente; não gostaria; descartável. A amostra de utilizadores potenciais à qual deve ser feito o questionário deve ser constituída por pessoas dentro do perfil de utilizadores previamente definido. Por fim, o tratamento dos dados obtidos deve ser feito de acordo com a matriz representada na Figura 73, obtendo uma classificação dos requisitos nos três níveis mencionados e, a possibilidade de identificar se o resultado é incongruente, ou se o requisito tem baixo interesse (Tabela 28).

		PERGUNTA DE FORMA NEGATIVA				
		<div> ● Atrativos ● Podem ser melhorados ● Básicos </div> <div> I Resultado incongruente B Requisito de baixo interesse </div>				
		Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
PERGUNTA DE FORMA POSITIVA		A	B	C	D	E
1	Gostaria muito	I	I	●	●	●
2	Gostaria	I	I	●	●	●
3	É indiferente	●	●	B	●	●
4	Não gostaria	●	●	●	I	I
5	Descartável	●	●	●	I	I

Figura 73 Adaptado de Page et al. (2001) matriz de identificação das categorias dos requisitos, em função das respostas obtidas nas duas perguntas correspondentes.

Tabela 28 Análise do método de Page et al. para identificação de requisitos / necessidades para o desenvolvimento de produtos.

Autor	Page et al., 2001
Âmbito de aplicação	Desenvolvimento de produto orientado para o utilizador
Designação	Requisitos de qualidade
Classificação dos requisitos	Básicos; que podem ser melhorados; Atrativos
Categorias de requisitos	Requisitos funcionais; Requisitos de qualidade exigida; Requisitos de fiabilidade; Requisitos legais e normativos
Como se obtêm	Voz do cliente
Processo de aplicação	Descrição dos requisitos do produto; Elaboração de um questionário contendo 2 perguntas para cada requisito (positiva e negativa); Seleção de uma amostra significativa de utilizadores potenciais; Tratamento dos dados obtendo a classificação dos requisitos (com base na matriz de identificação de categorias Fig. 1)

Identificação das necessidades do consumidor

Para Ulrich e Eppinger (2000) a identificação dos requisitos do produto aparece sobre a designação de “identificação das necessidades do cliente”. Como podemos ver pela Tabela 29, a filosofia deste método é criar um canal de informação diretamente entre os clientes alvo e aqueles que irão desenvolver o produto, ou seja, assenta na premissa de que aqueles que controlam o desenvolvimento do produto (engenheiros e designers industriais), devem interagir com a experiência de uso em ambiente real, daqueles que usam o produto (Ulrich e Eppinger, 2000). Para estes autores a identificação das necessidades do consumidor é, em si mesmo um método e divide-se em cinco passos:

- O primeiro consiste na recolha de dados do cliente. O contacto direto com os clientes no ambiente de uso do produto é privilegiado e pode ser obtido através de entrevistas, focus groups e da observação do produto em uso.
- O segundo passo é a interpretação dos dados em termos de necessidades, estas são expressas através de frases que expressam o que o produto tem de fazer e são o resultado da interpretação dos dados recolhidos no passo anterior.
- Em terceiro lugar, a organização hierárquica das necessidades, que consiste na listagem de todas as necessidades primárias, secundárias e necessidades latentes ou ocultas.
- O quarto passo, estabelecer a importância das necessidades, tem como principal resultado uma ponderação numérica da importância de cada necessidade, numa escala de 1 a 5. Este passo tem dois tipos de aproximação, a atribuição da importância pela equipa de desenvolvimento, ou, através de inquéritos ao consumidor potencial.
- O quinto passo, a reflexão sobre os resultados do processo, consiste na verificação e validação, por parte da equipa de desenvolvimento e com base na experiência de cada um dos resultados de todo o processo.

As grandes vantagens deste método são assegurar que o produto é focado nas necessidades do consumidor e que nenhuma dessas necessidades é esquecida, assim como, um entendimento claro entre os membros da equipa de desenvolvimento, dessas necessidades (Ulrich e Eppinger, 2000).

Tabela 29 Análise do método de Ulrich e Eppinger para identificação de requisitos / necessidades para o desenvolvimento de produtos.

Autor	Ulrich e Eppinger, 2000
Âmbito de aplicação	Design e desenvolvimento de produto
Designação	Identificação das necessidades do consumidor
Classificação dos requisitos	Primárias; Secundárias; Latentes (ocultas)
Categorias de requisitos	Não identificam nenhuma categoria, defendem que as categorias serão formadas depois de estabelecer as necessidades
Como se obtêm	Entrevistas; <i>Focus groups</i> ; Observação do produto em uso
Processo de aplicação	Recolher dados de clientes; Interpretação dos dados em termos de necessidades; Organização das necessidades numa hierarquia; Estabelecer a importância das necessidades; Reflexão sobre os resultados e o processo

Desenvolvimento das necessidades

A identificação das necessidades para o desenvolvimento de produtos/dispositivos médicos, segundo Zenios et al. (2010) deve ser feita tendo em conta uma série de categorias (Tabela 30): a eficácia clínica do produto, com o sucesso do tratamento medido através de ensaios clínicos; a segurança do paciente, medido através da taxa de acontecimentos adversos em ensaios clínicos; o custo reduzido, medido através do custo do procedimento com relação às alternativas disponíveis; melhoria da produtividade das instalações médicas, medida através do tempo e recursos necessários para executar o procedimento; a melhoria da produtividade do acto médico, medido através da diminuição do número de soluções complexas e simplificação do trabalho; aumento do conforto do paciente, de acordo com a frequência e ocorrência do tratamento necessário e mudança do local de tratamento; aceleração da recuperação do paciente, medido através da duração do tempo de internamento, período de recuperação e ou dias longe do trabalho. Este método apresenta uma descrição de todos os passos de forma bastante detalhada, contudo, é focado no desenvolvimento de dispositivos médicos.

Tabela 30 Análise do método de Zenios et al. para identificação de requisitos / necessidades para o desenvolvimento de produtos.

Autor	Zenios et al., 2010
Âmbito de aplicação	Biodesign, desenvolvimento de produto médico
Designação	Desenvolvimento das necessidades
Classificação dos requisitos	Incremental; <i>Blue-sky</i> ; Misturadas
Categorias de requisitos	Eficácia clínica; Segurança do paciente; Custo reduzido; Melhoria da produtividade das instalações médicas; Melhoria da produtividade do acto médico; Aumento do conforto do paciente; Acelerar a recuperação do paciente
Como se obtêm	Observação e entrevistas com utilizadores potenciais, clientes e outros interessados no problema
Processo de aplicação	Tradução do problema numa declaração de necessidade; Verificar a precisão da necessidade versus o problema; Confirmação que a necessidade ainda não tem solução; Validar que o âmbito da necessidade é apropriado; Definição dos critérios da necessidade e classificação

10.3 Modelo proposto para definição dos requisitos em produtos vestíveis

Considerou-se que o desenvolvimento de um produto começa com a identificação de problemas e necessidades que podem ser de carácter físico, social, ambiental, e que pode afectar determinado tipo de população. Como tal, o primeiro passo no desenvolvimento será a correcta definição e análise das quedas neste tipo de população. Essa análise pode ser efectuada através da revisão da literatura da especialidade em domínios como as consequências físicas das quedas, os fatores de risco, assim como, sistemas de prevenção e reabilitação. Desta análise resultará um plano de intenções, que não é mais do que, uma declaração de intenções com o problema e a necessidade bem definidos. Posteriormente, segue-se a identificação dos interessados na necessidade (stakeholders), através da análise das interacções directas e indirectas de todas as partes envolvidas, quer no uso do produto a desenvolver, quer no seu financiamento (Zenios et al., 2010). O propósito desta análise consiste em perceber como estes interessados são afetados pela necessidade, contribuindo assim para a definição dos requisitos do produto. Na Figura 59 (Parte II), pode-se ver um exemplo, de identificação dos interessados na necessidade de proteção física e assistência ativa das quedas. O nível de interesse é dividido em duas grandes dimensões: os interessados na minimização de lesões; e os interessados na minimização dos custos. Neste caso as pessoas seniores são a mais interessadas em ambas as dimensões.

Uma das formas de fazer a identificação dos interessados na necessidade é através da definição do processo de acontecimentos/consequências das quedas, assim como do fluxo de dinheiro envolvido no processo de prestação dos primeiros cuidados, do diagnóstico, tratamento e recuperação. O processo de acontecimentos/consequências, está dependente de variáveis situacionais, como, o local onde podem ocorrer as quedas, estado físico da pessoa que cai e como cai.

Em suma, o primeiro input necessário para o arranque do modelo de definição dos requisitos no desenvolvimento de produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa, podem ser os seguintes métodos:

- Definição e análise do problema e formulação da necessidade
- Formulação de um plano de intenções
- Definição do processo de acontecimentos /consequências em caso de queda
- Definição do fluxo de dinheiro
- Identificação dos principais interessados

Nesta fase a equipa de desenvolvimento já sabe qual é o problema, a necessidade, os utilizadores potenciais, assim como, outros intervenientes indirectos. Pode então, e com base nessa informação, começar a aplicar o modelo proposto.

Na Figura 74, está representado o diagrama de fluxo com o modelo de identificação, quantificação e classificação dos requisitos, para produtos wearables de protecção física e assistência ativa na população sénior. É composto por oito etapas que devem ser preferencialmente executadas de forma sequencial. No entanto, as etapas 3, 5 e 6 podem voltar à imediatamente anterior para reformulação nas necessidades, dos requisitos, ou do fator influenciador. De seguida serão descritas as diferentes etapas, a forma como podem ser obtidas e os principais inputs e outputs que se pretendem extrair em cada uma.

Etapas 1 A primeira etapa consiste na recolha de dados dos utilizadores potenciais, através da realização de inquéritos, *voice of the costumer*, *focus groups*, entrevistas e observação aos

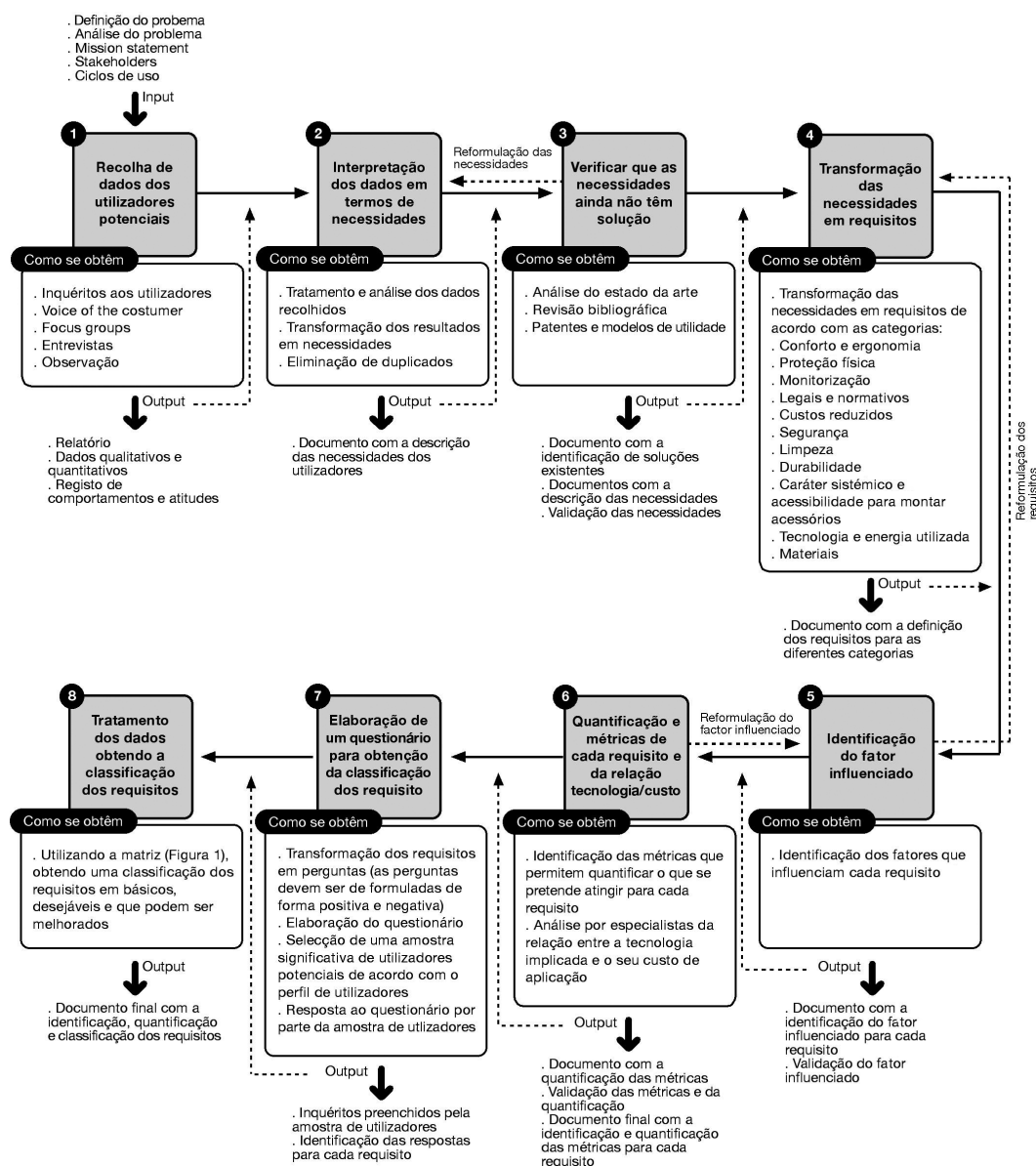


Figura 74 Modelo com o processo para identificação, quantificação e classificação dos requisitos para produtos vestíveis de protecção física e assistência ativa para a população sénior.

utilizadores seniores em risco de cair. Pode ser usado um destes instrumentos, ou para uma maior robustez da informação, poderão ser usados vários em simultâneo. O output desta etapa, em forma de relatório com dados quantitativos e qualitativos e/ou o registo de comportamentos e atitudes, servirá como input à próxima etapa (assim acontece ao longo de todo o processo).

Etapa 2 De seguida, recorre-se à interpretação dos dados provenientes da etapa anterior, extraem-se os problemas que são transformados em necessidade. Por exemplo: para o pro-

blema das quedas nas pessoas com 65 ou mais anos ocorrerem tanto em ambientes interiores como exteriores, pode-se extrair a necessidade de considerar a variação da temperatura, de transpiração e o nível de mobilidade, próprios de ambientes interiores e exteriores nos requisitos. Posteriormente serão eliminadas as necessidades que possam aparecer em duplicado. O output pretendido desta etapa é, um documento com a descrição das necessidades.

Etapa 3 Após serem conhecidas as necessidades, a etapa seguinte consiste em verificar que as necessidades ainda não têm solução, ou seja, validar a existência de espaço de inovação da solução, assim como, de possíveis aspetos positivos e negativos em soluções similares e que possam ser considerados nos requisitos da solução a desenvolver. Para isso recorre-se à análise do estado da arte, através da revisão da literatura e de possíveis patentes. O principal output desta etapa é um documento com a identificação de soluções existentes (produtos, equipamentos, dispositivos). Este documento será comparado com o documento proveniente da etapa anterior, validando assim as necessidades, ou, no caso da existência de solução para alguma dessas necessidades se possa proceder à sua correcção. Depois deste passo, o output final será a validação e descrição final das necessidades.

Etapa 4 Nesta altura do processo o objetivo é a transformação das necessidades obtidas em requisitos. No caso da necessidade descrita a título de exemplo no ponto anterior, o requisito seria que a solução deve ser respirável nas zonas de maior transpiração. Os requisitos serão posteriormente agrupados em categorias como: o conforto e a ergonomia, requisitos relacionados com o uso da solução e as suas interações com o utilizador; requisito de protecção física e monitorização (assistência ativa). Categoria que se refere às regiões físicas que se pretendem proteger, assim como, os parâmetros dos quais se pretendem recolher dados; os requisitos legais e normativos, referentes às exigências de qualidade vigentes em muitos países para licença de comercialização da solução; custos reduzidos, com o objetivo de estabelecer intervalos, ou limites de valores para a venda, comercialização e produção da solução; requisitos de segurança, aqueles que respeitados não põem em causa a integridade física do utilizador; a limpeza da solução, categoria em que se pretende identificar os requisitos relativos aos diferentes métodos de lavagem da solução; a durabilidade, relativa ao nível de obsolescência; o carácter sistémico e a acessibilidade para se montar acessórios, que dizem respeito à capacidade da solução se interligar com outras soluções, ou seja, a acoplagem de dispositivos para protecção de várias regiões físicas e/ou, a mesma possibilidade para a colocação de dispositivos de monitorização; a tecnologia utilizada, referente ao tipo de tecnologia utilizada em sistemas de protecção, de comunicação, transmissão, armazenamento de dados, etc; o tipo de energia necessária para o funcionamento do sistema; assim como os materiais apropriados. O output pretendido nesta etapa consiste no documento com a definição dos requisitos pretendidos para a solução nas diferentes categorias enunciadas.

Etapa 5 Depois de definidos os requisitos, é necessário identificar o fator influenciador de cada requisito. Seguindo o exemplo de requisito dado em pontos anteriores, o fator influenciador seria a característica do substrato têxtil a utilizar e a geometria das peças. Esta informação pode ser obtida e validada junto de cada elemento da equipa de desenvolvimento, como também junto dos utilizadores finais e baseada na experiência empírica de cada área. O principal output desta etapa será a identificação no documento de requisitos, do fator influenciador e a sua validação pelos diferentes interessados.

Etapa 6 A quantificação de métricas para cada requisito é a etapa que se segue neste modelo. Esta tarefa tem como objectivo quantificar de forma tangível o que se pretende alcançar em cada requisito, de forma a poder validar o resultado da solução através de testes de usabilidade na prova do conceito da solução final. O principal output desta etapa é a

atribuição e validação pela equipa de desenvolvimento, das métricas no documento com os requisitos.

Nesta altura do processo, a equipa de desenvolvimento detém um documento com todos os requisitos identificados e alocados às diferentes categorias, assim como o conhecimento sobre os factores que os influenciam e a quantificação de métricas que a solução final terá de respeitar. Contudo, a lista de requisitos pode ser bastante extensa e torna-se impossível que a solução final cumpra com todos os requisitos estabelecidos. É então necessário estabelecer prioridades para cada requisito, a essas prioridades corresponde uma escala que se situa entre os requisitos básicos que são aqueles que a solução terá de cumprir obrigatoriamente; os atractivos que são aqueles requisitos que o utilizador não está à espera e, os que podem ser melhorados, requisitos esses que já estão presentes em soluções similares e que podem ser melhorados. O método utilizado no modelo proposto para a classificação dos requisitos é o proposto por Kano (Kano et al., 1984), onde se recorre à utilização de uma matriz de atribuição da classificação.

Etapla 7 A elaboração de um questionário para obtenção da classificação dos requisitos junto dos utilizadores potenciais é a próxima etapa do modelo proposto. Nesta tarefa, o procedimento consiste em transformar os requisitos em perguntas, sendo que estas devem ser colocadas de forma positiva e negativa (ex. a solução deve, e a solução não deve ser respirável nas zonas de maior transpiração?); a resposta deve ser dada numa de cinco hipóteses (gostaria muito, gostaria, é indiferente, não gostaria, e descartável). O passo seguinte, é a realização do questionário junto de uma amostra de utilizadores potenciais de acordo com o perfil pretendido (neste caso, a população sénior em risco de cair). Aqui o principal output são os resultados dos inquéritos para posterior tratamento de dados na etapa seguinte.

Etapla 8 A etapa seguinte e final consiste no tratamento dos dados para a obtenção da classificação dos requisitos. Nesta altura, comparam-se os resultados das respostas obtidas no questionário da etapa anterior, com a matriz de identificação das categorias dos requisitos, em função das respostas nas duas perguntas correspondentes (Figura 73). Este processo atribuirá um resultado a cada requisito, se é básico, desejável, atractivo, ou se o resultado pretendido pelo requisito é incongruente, ou de baixo interesse.

Finalizado este processo, a equipa de desenvolvimento terá um documento onde constarão os requisitos da solução a desenvolver, com a identificação e categorização de cada requisito, os factores que o influenciam, a quantificação de métricas a atingir, assim como, a classificação da sua importância.

De forma a testar e validar o modelo proposto de forma empírica, procedemos à sua aplicação prática através do caso que se encontra a ser estudado neste trabalho, o desenvolvimento de produtos wearables de protecção física e assistência ativa. Os próximos seis capítulos apresentam a descrição desse processo a partir do quarto passo descrito no modelo (Figura 74).

O texto que se encontra entre os capítulos seguintes 10.3.1 e 10.4 foi publicado nas actas da Designa 2012 In/Sustainability, International Conference on Design Research, que decorreu na Universidade da Beira Interior, o artigo em causa tem o título de “Modelo para Definição dos Requisitos no Desenvolvimento de Produtos Wearables de Protecção Física e Assistência Activa” (Terroso et al., 2012) (2).

10.3.1 Transformação das necessidades em requisitos

Depois da recolha de dados dos utilizadores com mais de 65 anos em risco de cair, depois desses dados terem sido convertidos em problemas e posteriormente em necessi-

dades (Cap. 7), da identificação dos principais interessados na necessidade (Cap. 8) e, da verificação através de uma análise do estado da técnica e de soluções comerciais existentes, de que ainda não existe uma solução integrada para as necessidades de proteção física e assistência ativa (Cap. 9), o passo seguinte no modelo proposto é o de transformar essas necessidades em requisitos.

O objectivo deste passo consiste na transformação das necessidades em requisitos que os produtos wearables de protecção física e assistência ativa devem conter de forma a que as suas características funcionais sejam focadas nas reais necessidades dos utilizadores potenciais. O elevado número de necessidades que podem ser extraídas dos utilizadores potenciais, através de técnicas como a realização de inquéritos, originam também um elevado número de requisitos. Para uma melhor organização desses requisitos o passo seguinte consiste em agrupá-los em categorias.

Neste contexto, este capítulo descreve o processo aplicado na transformação das necessidades recolhidas junto dos utilizadores seniores, familiares, fisioterapeutas, acompanhantes e da equipa de desenvolvimento, em requisitos a integrar em produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa. Corresponde ao quarto ponto do modelo proposto na Figura 74.

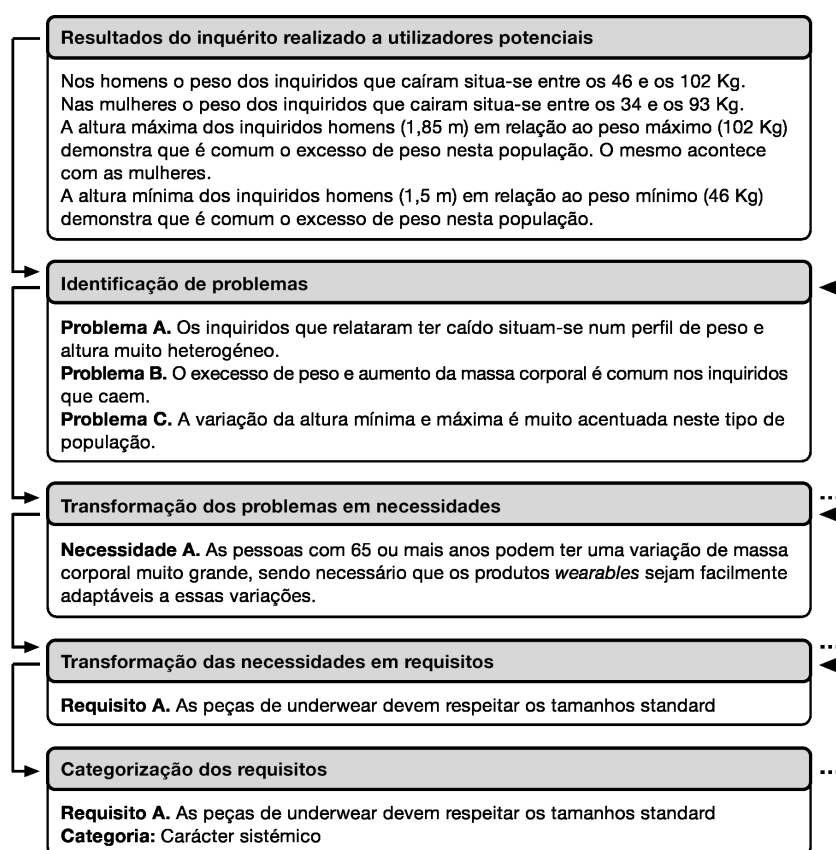


Figura 75 Exemplo (requisito 59) do processo utilizado, desde a obtenção de dados junto dos utilizadores potenciais, passando pela identificação de problemas com base nesses dados, até à transformação dos problemas em necessidades, na sua transformação em requisitos e posterior categorização.

A equipa de desenvolvimento analisou os dados obtidos do inquérito realizado aos utilizadores, familiares, fisioterapeutas e acompanhantes. A análise desses dados confluuiu para a identificação de problemas e a sua posterior transformação em necessidades. Foram identificadas 45 necessidades diretamente derivadas dos dados dos inquéritos. Essas necessidades foram depois transformadas em requisitos. Frases com um forte sentido de possibilidade, originando 45 requisitos. Durante este processo a equipa de desenvolvimento identificou mais 18 requisitos não revelados nas necessidades extraídas dos inquéritos e que tiveram como base a experiência profissional dos constituintes da equipa.

A Figura 75 apresenta um exemplo deste processo de transformação de necessidades em requisitos, constituído por 5 passos. A totalidade dos 63 requisitos obtidos no caso de estudo podem ser consultados no documento com a sua identificação, quantificação e classificação (Cap. 10.4). O exemplo exposto na Figura 75 refere-se ao requisito 59 desse mesmo documento.

Como input para este exemplo perguntou-se a 113 utilizadores com mais de 65 anos, que já tivessem tido pelo menos uma queda, qual o seu peso e altura. Com base nas respostas obtidas a equipa de desenvolvimento procedeu aos seguintes passos:

- O primeiro passo, a análise dos resultados do inquérito realizado a utilizadores potenciais; que neste caso consistiu na variação do peso e da altura mínima e máxima para os homens e mulheres, assim como, a relação existente entre esses valores.
- O segundo passo consistiu na identificação de problemas com base na variação e relação entre o peso e a altura dos inquiridos. Foram identificados três problemas (A, B e C), baseados na relação muito heterogénea da altura e do peso, no excesso de peso e aumento da massa corporal e numa variação muito elevada da altura mínima e máxima dos inquiridos.
- O terceiro, a transformação dos problemas em necessidades foi o passo que seguiu, os três problemas foram convertidos numa necessidade (A) e que engloba os problemas identificados. A necessidade é que os produtos vestíveis sejam capazes de se adaptar às grandes variações na altura e da massa corporal típica deste grupo de população.
- O quarto passo foi a transformação da necessidade em requisitos. Neste exemplo, o requisito estabelecido foi: de que as peças de roupa interior a desenvolver devem respeitar os tamanhos standard. Tendo em consideração a grande variação da altura e da massa corporal dos utilizadores seniores que caem, deve haver uma forte possibilidade da solução de protecção física e assistência ativa embecida em produtos wearables se poder adaptar a essas variações.
- O quinto e último passo, foi a categorização dos requisitos; este passo consiste em agrupar os requisitos nas categorias pré-estabelecidas (Cap. 7.4). No caso do exemplo que tem vindo utilizado, o requisito foi agrupado na categoria referente ao carácter sistémico da solução.

10.3.2 Identificação do fator de influência

Corresponde ao quinto passo do modelo proposto (Figura 74) e consiste na identificação do fator de influência para cada requisito. O objetivo deste passo é identificar os factores técnicos que irão influenciar a aplicação do requisito no desenvolvimento do produto. Ou seja, como podemos ver no exemplo demonstrado na Figura 76, para o requisito na categoria de conforto e ergonomia, em que a solução deve permitir boa mobilidade nas articulações, o factor que influencia a mobilidade do utilizador será a elasticidade e com-

pressão do material têxtil a aplicar na solução.

Foi elaborado um documento com todos os requisitos identificados no capítulo anterior, devidamente numerados e agrupados nas respectivas categorias. À frente de cada requisito foi deixado um espaço para a colocação do respetivo fator de influência. Este documento foi fornecido à equipa de desenvolvimento e antes da equipa se debruçar sobre a identificação desses factores, foi comunicado que, para cada requisito a equipa deveria colocar a seguinte questão: quais os fatores técnicos que influenciam o requisito? Após a pergunta, cada membro da equipa (designers, engenheiros e representantes do setor industrial têxtil) com base na sua formação e experiência profissional deveriam encontrar a resposta técnica relativa aos factores de influência para cada requisito.

Nesta tarefa a participação dos utilizadores foi preterida devido ao carácter técnico pretendido na identificação do factor de influência, carácter esse, que obrigaria à identificação de utilizadores com mais de 65 anos, que já tivessem caído e que tivessem formação, ou experiência nas áreas técnicas envolvidas no processo de desenvolvimento. Esta especificidade na escolha do tipo de utilizadores seria muito complicada de reunir, e como tal, optou-se por limitar a tarefa à equipa de desenvolvimento, portadora dessas características técnicas necessárias.

Utilizador sénior		Equipa de desenvolvimento
Quais os fatores técnicos que influenciam o requisito?		
Nº.	Requisito do produto	Fator de influência
Categoria: Conforto e ergonomia		
03	Deve permitir boa mobilidade nas articulações	Elasticidade e compressão do substracto têxtil
Categoria: Proteção física		
19	Deve proteger a região da anca	Configuração anatómica da região do quadril
Categoria: Monitorização e assistência ativa		
32	Deve incluir a capacidade de deteção de quedas	Variação rápida no eixo vertical, pico detetado no ritmo cardíaco e o tempo que fica no chão
Categoria: Custos reduzidos		
48	O custo final das peças de underwear deve ser similar ao das peças de proteção desportiva	Custo médio dos fatos de proteção para desportos de contacto
Categoria: Durabilidade		
54	Os pads de proteção devem ter uma vida útil equivalente ao do underwear	Ciclos de uso (impactos) sem perda de propriedades

Figura 76 Exemplo de cinco requisitos, em cinco categorias diferentes, na identificação do fator de influência por parte da equipa de desenvolvimento de soluções para proteção física e assistência ativa de utilizadores com mais de 65 anos em risco de cair.

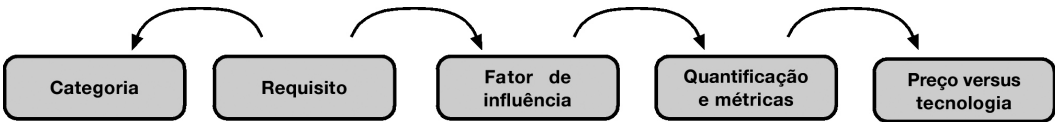
A Figura 77 apresenta cinco exemplos de identificação do fator de influência, em diferentes categorias, para cinco requisitos escolhidos aleatoriamente do documento final, que contem a totalidade do processo e que se pode consultar na íntegra no capítulo 10.4.

Para alguns dos requisitos, a equipa de desenvolvimento não conseguiu identificar nenhum fator de influência. Contudo, dada a natureza aberta que este processo pretende ter, a identificação desse factor pode ser feita numa fase posterior do processo de desenvolvimento da solução.

A identificação dos fatores técnicos que influenciam cada requisito, neste caso, requisitos para produtos vestíveis de proteção física e assistência ativa, tem como objetivo balizar a posterior atribuição de métricas a cada requisito e da relação entre a tecnologia que implica a aplicação dos requisitos na solução e o seu custo de implementação. No capítulo seguinte é abordado com mais detalhe esse processo de quantificação de métricas e da relação tecnologia versus custo de implementação.

10.3.3 Quantificação e métricas de cada requisito, relação tecnologia/custo

Corresponde ao 6º passo do modelo (Cap. 10.3, Fig. 74) e tem como objetivo definir métricas para quantificar os fatores de influência de cada requisito de forma a validar o resultado da solução através de testes de usabilidade na prova do conceito da solução final. A Figura 77 mostra um exemplo da atribuição dessas métricas, da sua quantificação e uma indicação do custo que a implementação da tecnologia, das características técnicas, ou do material, pode ter na aplicação desses requisitos.



Categoria	Requisito	Fator de influência	Quantificação e métricas	Preço versus tecnologia
Conforto e ergonomia	07 As peças de underwear devem ter um peso similar às existentes.	Composição do substrato têxtil. Geometria dos pads.	Peso 250-275 g/m2	€€
Materiais	63 A malha utilizada deve ter a elasticidade suficiente para se adaptar a variações de massa corporal.	Elasticidade do material e resistência mecânica para suporte dos pads.	Microfibra: Poliamida 84% Elastómero 16%	€€

€ custo baixo €€ médio €€€ alto

Figura 77 Exemplo da atribuição de métricas e sua quantificação, para os fatores de influência de dois requisitos nas categorias de conforto e ergonomia, e materiais. O principal output deste passo é a atribuição e validação pela equipa de desenvolvimento das métricas no documento com os requisitos. Este processo foi realizado em várias sessões e envolveu a equipa de desenvolvimento dividida nas 3 áreas que a compõem (design, engenharia, representantes da indústria têxtil).

Tal como no capítulo anterior, a participação dos utilizadores foi preterida devido ao carácter técnico necessário na realização desta etapa. Mais uma vez foi reunida a equipa de

desenvolvimento em sessões de trabalho para a definição e identificação dessas métricas (Figura 78).



Figura 78 Membros da equipa de desenvolvimento durante duas das sessões para atribuição de métricas e sua quantificação dos requisitos pré-estabelecidos, assim como, da relação tecnologia necessária para a aplicação dos requisitos versus o seu custo de implementação.

10.3.4 Realização de um questionário para obtenção da classificação dos requisitos

Este ponto corresponde ao sétimo passo do modelo (Cap. 10.3, Fig. 74) e consiste na elaboração de um questionário para obtenção da classificação dos requisitos. O objetivo é a extração de informação dos utilizadores potenciais (dentro do perfil de utilizadores estabelecido na Parte II, Cap. 8.4), de modo a que os requisitos possam ser posteriormente classificados por ordem de importância. Este passo, como referido no capítulo 10.3, é executado através da realização de um questionário que contenha todos os requisitos estabelecidos nas diferentes categorias em forma de perguntas. Perguntas essas, que devem ser realizadas de forma positiva (ex. as peças de roupa interior devem ter um peso similar às modelos existentes) e negativa (ex. as peças de roupa interior não devem ter um peso similar às dos modelos existentes).

Foi realizado um questionário (Anexo C) a 6 utilizadores com mais de 65 anos que já tivessem dado uma queda com lesões físicas, sendo 2 dos inquiridos do sexo masculino e 4 do sexo feminino. A média de idade dos inquiridos foi de 73,6 anos. O questionário continha todos os requisitos transformados em perguntas de forma positiva e negativa (conforme o modelo de Page et al. 2001) e as possibilidades de resposta eram: gostaria muito; gostaria; é indiferente; não gostaria; e descartável. O inquérito foi realizado de forma acompanhada. No início de cada inquérito foi explicado aos inquiridos que se estava a desenvolver um conjunto de peças de roupa interior com proteções ao impacto em zonas corporais críticas, assim como um pequeno dispositivo capaz de identificar parâmetros físicos e ambientais de forma a proporcionar uma assistência mais eficaz e rápida em caso de queda. Com base nesta informação foi pedido aos inquiridos que imaginassem a sua pior queda e com sustento nessas memórias deveriam então responder às perguntas.

Dos 63 requisitos identificados e dispostos pelas diferentes categorias (Cap. 10.3.1), foram convertidos em perguntas 61 desses requisitos, originando um questionário de 122 perguntas. Os dois requisitos em falta são aqueles pertencentes à categoria “requisitos le-

gais e normativos”. O motivo desta exclusão deve-se ao facto de estes requisitos serem respeitantes a duas normas aplicadas a produtos de protecção para motociclistas (EN 1621-1 e 2, 2003 Motorcyclists Protective Clothing Against Mechanical Impact) e especificações de desempenho para tecidos usados em roupa interior e underwear (ASTM D7019-05, 2010 Standard Performance Specification for Brassiere, Slip, Lingerie and Underwear Fabrics). Foi então decidido que estes requisitos continham uma série de especificações técnicas que ficam fora do alcance de uma grande parte dos utilizadores potenciais. As perguntas foram mantidas dentro das categorias em que cada requisito está inserido.

Os questionários foram realizados durante o mês de julho de 2012. No Anexo C encontra-se um exemplar completo do questionário utilizado. As perguntas foram distribuídas pelo questionário de forma aleatória de maneira a não corresponderem à numeração estipulada nos requisitos. O mesmo processo foi utilizado para a distribuição das perguntas de forma positiva e negativa como podemos ver na Figura 79. O objetivo desta distribuição das perguntas pelo questionário foi o de proporcionar ao utilizador, durante o preenchimento, um elevado e constante empenho durante as respostas, tentando desta forma evitar uma postura de desinteresse no preenchimento do questionário, podendo tirar validade ao processo.

Se deu uma queda nos últimos tempos e com lesões físicas, fale connosco. Estamos a pensar em si. Estamos a desenvolver um conjunto de peças de underwear com o seu corpo de forma a minimizar possíveis lesões. Estamos também a desenvolver um conjunto de parâmetros que lhe proporcionem uma assistência mais rápida e eficaz e da sua queda mais grave, com base nessas memórias responda ao seguinte questionário

Questionário Nº:

Idade: Data: Sexo:

CONFORTO E ERGONOMIA

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
01P gostaria de usar underwear por cima das cuecas e do soutien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01N não gostaria de usar underwear por cima das cuecas e do soutien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02P gostaria que o underwear fosse fácil de vestir e despir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02N gostaria que o underwear não fosse fácil de vestir e despir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03P gostaria que o underwear permitisse boa mobilidade das articulações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03N gostaria que o underwear não permitisse boa mobilidade das articulações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04P gostaria que o underwear fosse respirável nas zonas de maior transpiração?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se deu uma queda nos últimos tempos e com lesões físicas, fale connosco. Estamos a pensar em si. Estamos a desenvolver um conjunto de peças de underwear com protecção do seu corpo de forma a minimizar possíveis lesões. Estamos também a desenvolver um conjunto de parâmetros que lhe proporcionem uma assistência mais rápida e eficaz e da sua queda mais grave, com base nessas memórias responda ao seguinte questionário. Obr

Questionário Nº:

Idade: Data: Sexo:

CONFORTO E ERGONOMIA

Este grupo de questões está relacionado com atributos de conforto e uso que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
01P gostaria de usar underwear por cima das cuecas e do soutien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06N gostaria que as almofadas de protecção não fossem discretas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02P gostaria que o underwear fosse fácil de vestir e despir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15N gostaria de não garantir a autonomia e mobilidade no uso de underwear?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03P gostaria que o underwear permitisse boa mobilidade das articulações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05N gostaria que as almofadas de protecção não possam ser retiradas e colocadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04P gostaria que o underwear fosse respirável nas zonas de maior transpiração?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 79 Dois pormenores, do rascunho e da versão final dos questionários realizados. Na imagem da esquerda podemos ver uma parte do questionário com algumas perguntas positivas e negativas relativas aos requisitos de conforto e ergonomia ordenadas de forma numérica. Na imagem da direita vemos o mesmo detalhe, mas do questionário final, onde perguntas positivas e negativas estão distribuídas de forma aleatória.

10.3.5 Tratamento dos dados obtendo a classificação dos requisitos

Depois de elaborado o questionário e de recolhidas as respostas junto dos 6 seniores com mais de 65 anos, o passo seguinte consistiu no tratamento dos resultados obtidos com o objectivo de obter a classificação dos requisitos. Foi elaborado um ficheiro em excel (Microsoft) dividido pelas categorias estipuladas para os diferentes tipos de requisitos (categorias de: conforto e ergonomia, proteção física, assistência ativa, custos reduzidos, segurança, limpeza, durabilidade, carácter sistémico, acessibilidade para montar acessórios, materiais). Em cada categoria foram inseridas as perguntas contidas no questionário correspondentes aos respectivos requisitos, assim como a resposta obtida junto dos utilizadores para cada pergunta (pergunta de forma positiva e negativa) conforme podemos ver no exemplo demonstrado na Figura 80. Depois de identificadas as respostas de cada utilizador para cada pergunta foram comparadas as perguntas positivas e negativas com a matriz de classificação de requisitos adaptada de Page et al. 2001 e que podemos ver na Figura 73 (Cap. 10.2), obtendo desta forma, a classificação matricial de cada requisito (atractivo, desejável, básico, incongruente, baixo interesse). Estes passos foram executados para os resultados obtidos nos seis questionários realizados. No Anexo D encontram-se os resultados completos obtidos para os seis questionários.

Depois de obtida a classificação matricial de todos os questionários, o passo seguinte consistiu na transformação desses resultados numa classificação final. Neste momento do processo tínhamos seis tipos de classificações dos requisitos com base em respostas obtidas junto dos utilizadores potenciais e era, então, necessário a transformação dessas seis hipóteses numa classificação final.

O resultados obtidos da classificação dos requisitos pelos seis utilizadores potenciais foram em alguns casos bastantes heterogéneos (ex. diferentes classificações de um determinado requisito pelos seis utilizadores). Para outros requisitos os resultados da sua classificação foi mais homogénea; neste caso, estamos a falar de requisitos que obtiveram as seis respostas numa das hipóteses de classificação (ex. todos os seis utilizadores identificaram determinados requisitos como desejáveis). Esta dispersão na classificação dos requisitos originou a necessidade de uma subdivisão da classificação dos requisitos. Essa subdivisão foi feita em três possibilidades de classificação: em 1º lugar os requisitos que obtiveram perante os seis utilizadores a mesma classificação; em 2º os requisitos que obtiveram mais de três utilizadores a optar pela mesma classificação e menos de seis; por último e em 3º lugar os requisitos que obtiveram a classificação entre 1 e 3 utilizadores (Figura 81). Este processo de classificação dos requisitos é somente indicativo da importância que os utilizadores atribuem à incorporação na solução final de determinados requisitos. Ou seja, para dois requisitos com a mesma classificação de “desejável”, a importância atribuída para a implementação desses requisitos na solução final pode ser diferente de utilizador para utilizador. Para um requisito, a classificação pode ser unânime, mas para o outro, a importância pode ser relativa e não obter a unanimidade de opinião dos utilizadores, situando-se em mais duas opções de classificação.

10.4 Documento com a identificação, quantificação e classificação dos requisitos

O resultado final da aplicação prática do modelo para a identificação, quantificação e classificação dos requisitos resultou num documento onde está reunida, de forma sistematizada, a informação que foi extraída dos utilizadores, analisada e tratada pela equipa de desenvolvimento de acordo com os passos propostos no modelo da Figura 74 (Cap. 10.3).

Figura 80 Exemplo de uma parte do ficheiro executado para o tratamento dos dados obtidos no inquérito realizado aos seis utilizadores seniores. Podemos ver a categoria a que se refere, o número correspondente às perguntas de forma positiva e negativa respeitante a cada requisito, a resposta obtida e a classificação matricial do requisito de acordo com a matriz de classificação.

Requisitos na categoria de: Conforto e ergonomia		Opção de resposta					Classificação matricial				
Pergunta:		Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável	Atrativo	Desejável	Básico	Incongruente	Baixo interesse
01	Positiva	X					X				
	Negativa			X							
02	Positiva	X						X			
	Negativa				X						
03	Positiva	X						X			
	Negativa				X						
04	Positiva	X						X			
	Negativa				X						
05	Positiva	X						X			
	Negativa				X						
06	Positiva	X						X			
	Negativa				X						

Requisitos na categoria de: Conforto e ergonomia		Classificação matricial final				
Requisitos:		Atrativo	Desejável	Básico	Incongruente	Baixo interesse
01		01	01	01	03	00
02		00	06	00	00	00
03		00	06	00	00	00
04		00	06	00	00	00
05		00	03	00	02	01
06		00	06	00	00	00

Requisitos na categoria de: Proteção física		Classificação matricial final				
Requisitos:		Atrativo	Desejável	Básico	Incongruente	Baixo interesse
01		00	05	00	00	01
02		00	06	00	00	00
03		00	03	01	01	01
04		00	06	00	00	00
05		00	04	01	00	01
06		01	04	00	01	00

Figura 81 Exemplo da classificação matricial final de alguns dos requisitos nas categorias de “conforto e ergonomia” e de “proteção física” de acordo com os seis questionários realizados.

Podemos ver nas tabelas 31, 32 e 33 todos os requisitos identificados para as categorias de conforto e ergonomia; proteção física; e de monitorização. Nas duas tabelas seguintes (Tabela 34 e 35) encontramos todos os requisitos identificados para as outras categorias, como: requisitos legais e normativos; custos reduzidos; requisitos de segurança; de limpeza; durabilidade; carácter sistémico; acessibilidade para montar acessórios; fontes de energia; e materiais.

Tabela 31 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para a categoria de conforto e ergonomia.

Categoria	Requisitos do produto	Fator de influência Quais os fatores que influenciam o requisito?	Quant.	Preço vs Tecn.	Classificação		
Requisitos de conforto e ergonomia					6	< 3	< 1 e > 3
01	. Uso do underwear por cima das cuecas e do soutien	–	–	–		Incong.	–
02	. Potenciar o vestir e despir de forma autónoma . Deve ser fácil de vestir e despir (vestir de forma análoga às peças atuais)	. Tipologias das peças de vestuário análogas	Tempo (s)	€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
03	. Deve permitir boa mobilidade nas articulações	. Elasticidade/ compressibilidade do substrato têxtil . Características das costuras.	Graus de mobilidade Tipos e localização das costuras	€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
04	. Deve ser respirável nas zonas de maior transpiração	. Características do substrato têxtil. Design da peça . Zonas corporais de maior transpiração	Permeabilidade	€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
05	. Os pads (almofadas) de proteção devem poder ser retirados e colocados facilmente	. Tipologia dos pads/ protetores a utilizar. Design da peça	Tempo (s)	€€	–	D Desejável pode ser melhorado	–
06	. Os pads devem ser discretos	. Tipologia dos pads/ protetores a utilizar. Design da peça	–	€€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
07	. As peças devem ter um peso similar às existentes	. Características do substrato têxtil. Design da peça . Tipologia dos pads/ protetores a utilizar	Peso (gf)	€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
08	. As zonas de contacto com a pele devem ser na sua maioria de materiais confortáveis, agradáveis ao toque e compatíveis com a pele	. Características dos materiais (fios e estrutura)	–	€	–	D Desejável pode ser melhorado	–
09	. As peças não devem restringir a circulação sanguínea (sedentarismo do utilizador)	. Características dos substratos têxteis. Elasticidade/ compressibilidade do substrato têxtil. Design da peça.	Pressão (Pa)	€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
10	. Deve manter a temperatura corporal em bons níveis de conforto	. Características dos materiais (fios e estrutura). Design peça	Temperatura (°C)	€€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
11	. As peças de underwear devem evitar ao máximo a utilização de costuras, fechos, ou outras aplicações que prejudiquem o conforto	. Design da peça. Tipologia de costuras	–	€€	–	–	A Atrativo
12	. As peças de underwear devem ser adaptáveis à condição física, sensorial e cognitiva do utilizador sénior	. Tipologias, geometria e materiais das peças	–	€€€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
13	Deve haver uma maior gama de produtos destinados às mulheres relativamente aos homens	. Mulher – tipologias e cores? . Homem – tipologias e cores?	Número de tipologias e cores	€	–	Baixo interesse	–
14	. As peças devem poder ser vestidas de forma autónoma (sem necessidade de ajuda de terceiros)	. Localização de fechos, botões, elásticos e costuras	–	€€	–	D Desejável pode ser melhorado	–
15	. Garantir a autonomia e mobilidade no uso do underwear	. Tipologias, geometria e materiais das peças	–	€€	–	D Desejável pode ser melhorado	–
16	. O elástico da cinta deve respeitar os níveis de conforto	. Demasiada força fica apertado Demasiado folgado cai	–	€	D Desejável pode ser melhorado	–	–
17	. A zona da gola deve respeitar os níveis de conforto do utilizador assim como variações de temperatura (estações ano)	. Estações do ano	–	€	–	D Desejável pode ser melhorado	–
18	. As costuras devem ser executadas de modo a minimizar o impacto negativo no conforto	–	–	€€	–	D Desejável pode ser melhorado	–

Tabela 32 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para a categoria de proteção física.

Categoria	Requisitos do produto	Fator de influência <i>Quais os fatores que influenciam o requisito?</i>	Quant.	Preço vs Tecn.	Classificação		
Requisitos de proteção física	<i>A proteção é feita através de pads (almofadas) e colocadas nas regiões de maior propensão a lesões (com exceção da cabeça)</i>				6	< 3	< 1 e > 3
	. Deve proteger a região da anca	. Configuração da zona do quadril	Taxa de amortecimento	€€€			
	. Deve proteger a articulação do joelho	. Configuração da extremidade distal do fêmur, da extremidade proximal da tibia e da rótula	Taxa de amortecimento	€€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a articulação do punho	. Configuração da extremidade distal do rádio e do cúbito . Configuração da região palmar do escafoide e do semilunar	Taxa de amortecimento	€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a articulação do ombro	. Configuração da zona apendicular	Taxa de amortecimento	€€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a articulação do cotovelo	. Configuração da zona apendicular superior	Taxa de amortecimento	€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a região lombar	. Configuração da zona lombar e sacral	Taxa de amortecimento	€€€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve permitir o apoio lombar	. Configuração da zona lombar e sacral	Taxa de amortecimento	€€€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a região torácica	. Configuração da região torácica	Taxa de amortecimento	€€€	D Desejável pode ser melhorado		
	. Deve proteger a articulação do tornozelo	. Configuração óssea da articulação tibiotársica	Taxa de amortecimento	€	D Desejável pode ser melhorado		

Tabela 33 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para a categoria de monitorização.

Categoria	Requisitos do produto	Fator de influência Quais os fatores que influenciam o requisito?	Quant.	Preço vs Tecn.	Classificação		
					6	< 3	< 1 e > 3
Requisitos de monitorização (assistência ativa)	A recolha de dados do utilizador é feita através de um pequeno dispositivo electrónico.						
28	. Uma parte do dispositivo deve estar em contacto direto com o corpo do utilizador, esta zona é responsável pela recolha dos sinais vitais	. Área razoável para uma boa captação de sinais vitais (EMG, ECG e temperatura corporal)	Área (mm²)	€€€		D	Desejável pode ser melhorado
29	. O dispositivo electrónico comunica os dados recolhidos do utilizador com uma base de dados	-	-	-		B	Básico
30	. O material do dispositivo deve ser resistente ao impacto e deve ter uma configuração que não magoe o utilizador quando ocorre uma queda	. Altura máxima em que o dispositivo pode cair sem se danificar (m) . Geometria do dispositivo e zonas de colocação no corpo	Altura (m)	-		D	Desejável pode ser melhorado
31	. O dispositivo deve ter uma utilização intuitiva (associado a tarefas tradicionais neste grupo etário)	. A forma de colocação do dispositivo no corpo . Interface de ligar e desligar	-	€€€		B	Básico
32	. Deve incluir capacidade deteção de quedas	. Variação rápida no eixo vertical, pico detectado no ritmo cardíaco e o tempo que fica no chão	m/s² (aceleração) seg. (tempo imobilizado)	€€		D	Desejável pode ser melhorado
33	. Monitorização da tensão arterial	-	Pressão (mmHg)	€€		D	Desejável pode ser melhorado
34	. Indicação da temperatura corporal	-	Temperatura (° C)	€€		A	Atrativo
35	. Indicação da temperatura ambiental ??	-	Temperatura (° C)	€€		Baixo interesse	
36	. Monitorização da posição corporal	-	Ângulo (°)	€€		B	Básico
37	. Indicação da localização (interior)	-	Graus/Min./ Seg. localização/mapa	€€		Baixo interesse	
38	. Indicação da localização (exterior)	-	Graus/Min./ Seg. localização/mapa	€€		Baixo interesse	
39	. Monitorização do ritmo cardíaco	-	Bat./min	€€		B	Básico
40	. Monitorização dos níveis de insulina (quando necessário) (concentração de glucose)	. Existência de diabetes ou não do utilizador	nmol/l mg/dl	-		D	Desejável pode ser melhorado
41	. Deve ter capacidade de enviar um alarme em caso dos parâmetros saírem do valores normais	. Níveis de alarme (verde, amarelo e vermelho)	sms (mensagem)	-		D	Desejável pode ser melhorado
42	. O utilizador (sénior) também deve poder receber a informação dos sensores	. Taxa de uso de dispositivos de comunicação (smartphone, tablet)	-	-		D	Desejável pode ser melhorado
43	. O dispositivo de monitorização deve poder comunicar com um dispositivo de comunicação (tipo smartphone e/ou tablet)	-	-	-		D	Desejável pode ser melhorado
44	. O dispositivo de comunicação deve poder comunicar com uma base de dados na cloud	-	-	-		B	Básico
45	. O dispositivo de comunicação e a base de dados devem poder comunicar com familiares, emergência médica e com médicos	-	-	-		D	Desejável pode ser melhorado

Tabela 34 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para as categorias de: legais e normativos; custos reduzidos; segurança; limpeza; e durabilidade.

<i>Categoria</i>	<i>Requisitos do produto</i>	<i>Fator de influência Quais os fatores que influenciam o requisito?</i>	<i>Quant.</i>	<i>Preço vs Tecn.</i>	<i>Classificação</i>
Requisitos legais e normativos				6	< 3 < 1 e > 3
46	EN1621-1 e 2, 2003 Vestuário de proteção para motociclistas contra impacto mecânico. Requisitos e métodos de ensaio				
47	ASTM D7019-05, 2010 Especificações de desempenho para tecidos usados em roupa interior e underwear.				
Requisitos de custos reduzidos					
48	. O custo final das peças de <i>underwear</i> deve ser similar ao das peças de proteção utilizadas no desporto	. Custo médio dos fatos de proteção para desportos de contacto	Euros (€)	€€	D Desejável pode ser melhorado
Requisitos de segurança					
49	. Baixa inflamabilidade do produto têxtil nomeadamente ao nível do punhos			€€	D Desejável pode ser melhorado
Requisitos de limpeza					
50	. Deve ser lavável pelos processos tradicionais (à máquina e à mão)	. Lavagem à máquina. . Lavagem à mão . Tipologia de <i>wearables</i> adequados à lavagem à máquina . . Possibilidade de remoção fácil dos dispositivos de sensorização.	. 30° a 60° . > 30°	€€€	D Desejável pode ser melhorado
51	. Resistente às lavagens e aos detergentes		Ciclos de lavagem	€€€	D Desejável pode ser melhorado
52	. Deve poder ser passado a ferro	. O material usado nos pads (material polimérico)	Temperatura máx.	€€€	Baixo interesse
Requisitos de durabilidade					
53	. As peças de <i>underwear</i> devem ter uma durabilidade de acordo com o <i>underwear</i> já utilizado	. Ciclos de uso, de lavagem e de acabamento (passar a ferro). . Tipologia de materiais têxteis	Nº de ciclos	€	D Desejável pode ser melhorado
54	. Os pads de proteção (almofadas) devem ter um período de vida útil equivalente, ou superior ao do <i>underwear</i>	. Ciclos de uso (impactos) sem perda de propriedades	Nº de impactos	€€	D Desejável pode ser melhorado
55	. A autonomia da bateria deve permitir a utilização por períodos de uma semana	. Tipo de bateria		€€€	D Desejável pode ser melhorado

Tabela 35 Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para as categorias de: carácter sistémico; acessibilidade para montar acessórios; tecnologia utilizada como fonte de energia; e materiais.

<i>Categoria</i>	<i>Requisitos do produto</i>	<i>Fator de influência Quais os fatores que influenciam o requisito?</i>	<i>Quant.</i>	<i>Preço vs Tecn.</i>	<i>Classificação</i>
Carácter sistémico (várias tipologias e tamanhos das peças)					6 < 3 < 1 e > 3
56	. As peças de <i>underwear</i> devem ser unissexo, respeitando as diferenças anatómicas	. Mulher – tipo de peças (camisola – c/manga, t-shirt - calção cintado, calças cintadas) . Homem – igual		€	D Desejável pode ser melhorado
57	. As peças de <i>underwear</i> devem ser disponibilizadas respeitando as cores mais utilizadas	. Mulher – branco, cinza, pérola, bege, champante, preto . Homem – branco, preto, cinza, azul claro		€	D Desejável pode ser melhorado
58	. As peças cintadas também funcionarão como apoio e proteção lombar	. Design da peça. Tipologia de protetores selecionados. Substrato têxtil.		€€	D Desejável pode ser melhorado
59	. As peças de <i>underwear</i> devem respeitar os tamanhos <i>standard</i>	. Modelagem; Tabela de medidas adequada.	. s, m, l, xl	€	D Desejável pode ser melhorado
Acessibilidade para montar acessórios					
60	. Colocar e retirar os dispositivos de monitorização de forma intuitiva	. Dimensões do dispositivo em relação a perda de mobilidade do sénior . Recorrer a ações tradicionais dos seniores		€€	D Desejável pode ser melhorado
61	. Os pads deverão poder ser retirados e colocados facilmente	. O tamanho dos pads	Dimensão (mm)	€€	D Desejável pode ser melhorado
Tecnologia utilizada como fonte de energia					
62	. Utilização de bateria (tipo telemóvel, tipo fotovoltaica)				
Materiais					
63	. A malha utilizada no <i>underwear</i> deve ter a elasticidade suficiente para se adaptar a variações de massa corporal	. Elasticidade do material e resistência mecânica para suporte dos pads	Microfibra: Poliamida 84% Elastómero 16%	€€	D Desejável pode ser melhorado

11. Desenvolvimento da linha de proteção osteoarticular e de assistência ativa

Após a identificação, quantificação e classificação dos requisitos (Capítulo 10.4), foi iniciado o desenvolvimento de uma hipótese de solução para a necessidade de proteção física osteoarticular e para uma assistência mais ativa e eficaz no caso da ocorrência de queda. Este capítulo tem como objectivo demonstrar o desenvolvimento desse processo, assim como alguns métodos de transformação da necessidade numa hipótese de solução sob a forma de um sistema de produtos integrados, e sempre que possível, a sua validação pela equipa de desenvolvimento e pelos utilizadores seniores.

Partimos de um conceito inicial que consiste em recorrer a uma solução vestível de protecção física, constituída por uma plataforma wearable, tipo segunda pele, de base têxtil (camisola e calças), e onde serão acoplados pads de protecção colocados nas zonas mais expostas e de maior risco de lesão num evento de queda. Adicionalmente esta plataforma terá ainda um sensor de detecção de quedas e de localização geográfica. Este sistema ambulatório de monitorização sem fios, não invasivo e não intrusivo, para recolha de informação física e ambiental, funciona através de uma aplicação para smartphone que deteta informação postural do sensor e envia um alerta no caso da ocorrência de uma queda, em forma de Short Message Service (SMS) para um familiar ou prestador de cuidados e um relatório desse evento fica guardado num servidor (Figura 82).

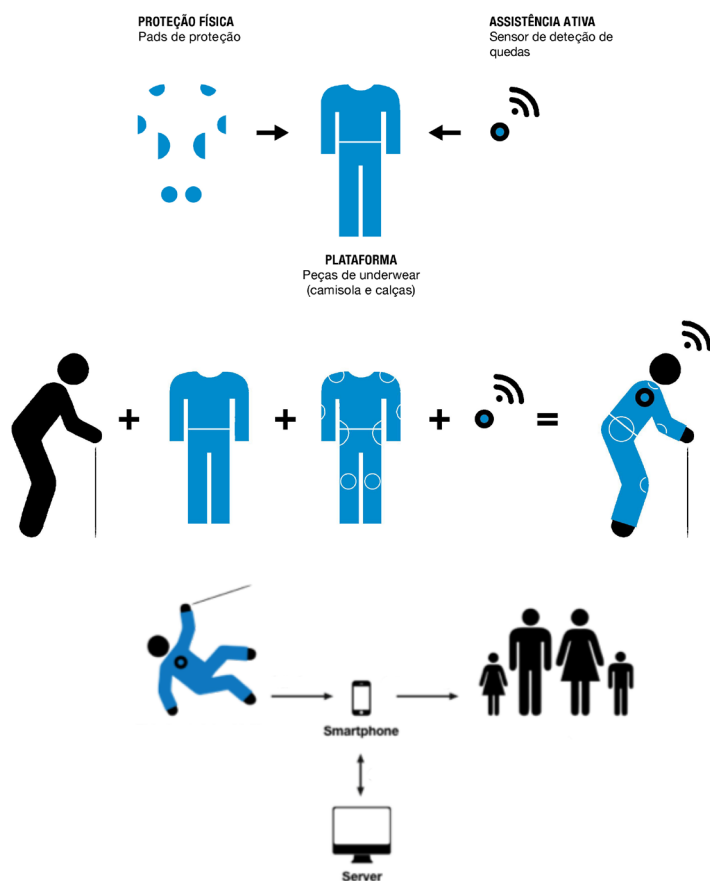


Figura 82 Ilustração do conceito inicial de como acontecerá a proteção física e uma assistência mais ativa em caso de queda e o diagrama do sistema de alerta.

No contexto descrito, o desenvolvimento do conceito inicial da solução de proteção física e assistência ativa foi dividido em três secções e que constituem as componentes principais da solução:

- Plataforma (peça de underwear constituída por camisola e calças)
- Proteções (pads de proteção osteoarticular)
- Sensor (sistema de deteção de quedas e localização geográfica)

Os capítulos seguintes descrevem o processo de conceção e desenvolvimento destas componentes: a plataforma de proteção física, onde serão acoplados os pads de proteção e o sensor de deteção de quedas.

11.1 Conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física

Este capítulo refere-se ao processo utilizado na conceção e desenvolvimento da plataforma vestível onde serão acoplados os pads de protecção e o sensor de detecção de quedas. O processo de desenvolvimento foi estruturado em sete passos sequenciais (Figura 83), passos esses que foram os seguintes: a construção de um protótipo inicial para testes preliminares; a realização de um teste de usabilidade e observação do uso do protótipo com utilizadores reais; realização de sessões de “brainstorming” para identificação de conceitos de solução; a construção de protótipos preliminares dos conceitos mais promissores; a escolha do conceito mais promissor para desenvolvimento de detalhe; o desenvolvimento de um modelo de plataforma final; e por fim, a construção de um protótipo da plataforma final.

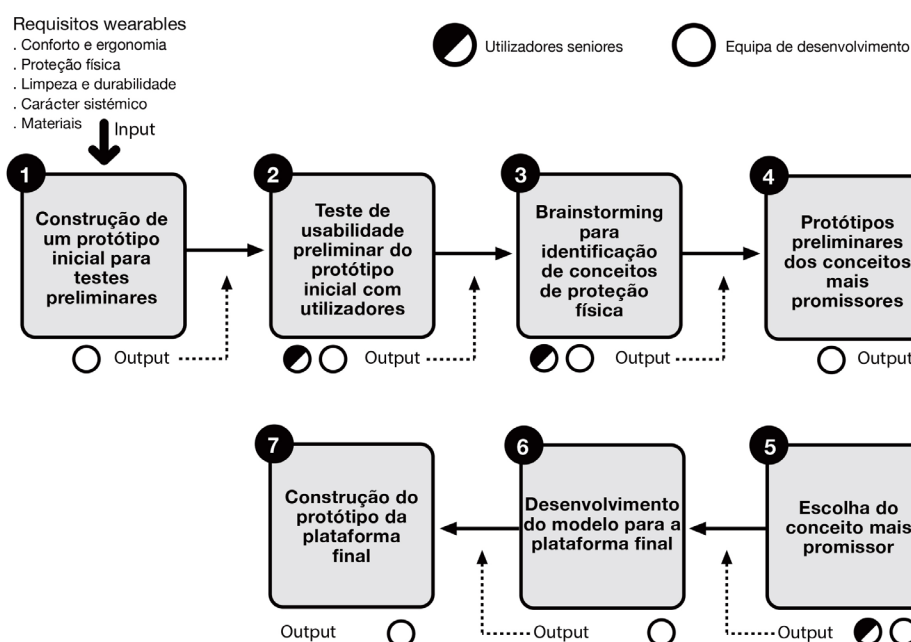


Figura 83 Esquema com o resumo do processo de conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física.

O primeiro input neste processo foram os requisitos de conforto e ergonomia, de proteção física, de limpeza e de durabilidade, o carácter sistémico da plataforma e os materiais a aplicar na sua construção. Os requisitos foram obtidos através de um inquérito realizado junto dos utilizadores seniores com mais de 65 anos e em risco de cair (Cap. 10).

O modelo proposto é composto por dois tipos de intervenientes: os utilizadores seniores e a equipa de desenvolvimento, esta composta por designers de produto, estudantes de licenciatura em design industrial, uma engenheira têxtil e uma técnica de confecção. A equipa de desenvolvimento teve uma participação em todas as etapas do processo. No caso dos utilizadores seniores, a participação foi limitada à segunda, terceira e quinta etapas. O objetivo de incluir os utilizadores neste processo foi: avaliarem a usabilidade do protótipo inicial, contribuírem com hipóteses de solução no brainstorming e auxiliar na escolha do conceito mais promissor da plataforma. Os capítulos seguintes (11.1.1 - 11.1.7) apresentam uma descrição da aplicação empírica do modelo, bem como alguns dos resultados obtidos.

11.1.1 Construção de um protótipo inicial para testes preliminares

O primeiro passo no modelo de conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física, consiste na construção de um protótipo inicial. Este protótipo tem como objetivo a primeira validação junto dos utilizadores reais do conceito inicial (Cap. 11) de uma solução vestível, constituída por uma plataforma wearable (camisola e calças) e onde serão acoplados pads de proteção.

A empresa Fernando Valente (parceiro empresarial do projecto PT21) confeccionou um protótipo da camisola e das calças com malha composta por: 50% poliamida; 30% de elastano e 20% de algodão, respeitante a um peso de 290 a 310 g/m² (esta malha faz parte do catálogo da Fernando Valente com a referencia 5113). O protótipo foi confeccionado numa escala de tamanho respeitante ao tamanho M (médio) e foram utilizados modelos de calças e camisola com um corte convencional para estes dois tipos de peças. Foram também cosidos bolsos de geometria rectangular, com fecho de trespasse e velcro, nos ombros, na anca, nos cotovelos, nos joelhos, nos punhos e tornozelos. Dentro destes bolsos foram introduzidos pads rectangulares de malha 3D 100% poliéster e com 290 g/m² (ref. 897-3303) com o intuito de uma primeira simulação da colocação dos pads de protecção. Na Figura 84 podemos ver o protótipo inicial vestido num utilizador do sexo masculino com 71 anos.

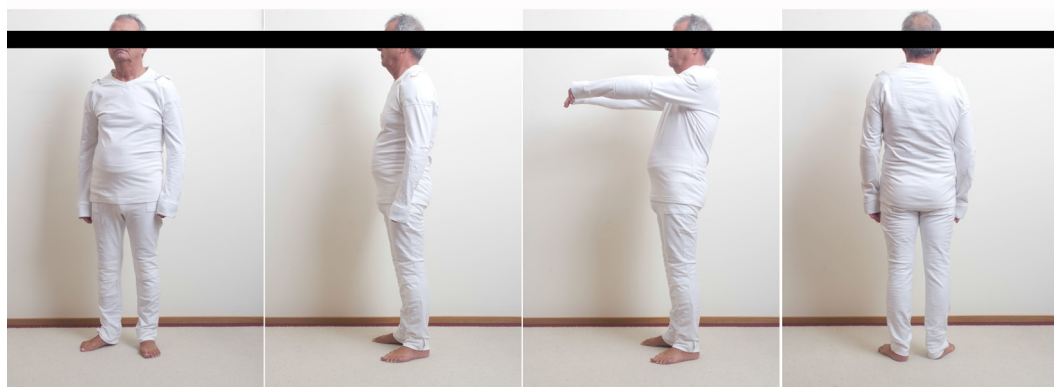


Figura 84 Protótipo inicial da plataforma de proteção física para testes preliminares, vestido num utilizador do sexo masculino com 71 anos.

A materialização num protótipo, ainda que muito cru, do conceito inicial para a plataforma de proteção, permite que a equipa de desenvolvimento tenha um contacto físico e imediato com a primeira ideia, assim como, a possibilidade de o testar junto de utilizadores reais. É precisamente neste contexto que o passo seguinte do modelo (Figura 83) consiste num primeiro teste de usabilidade do protótipo.

11.1.2 Teste de usabilidade preliminar do protótipo inicial com utilizadores reais

O segundo passo no modelo resume-se à primeira validação do conceito, através do protótipo inicial, de forma a identificar problemas que não tenham sido identificados pela equipa de desenvolvimento, ou, que ainda não foram contemplados nos requisitos estabelecidos no capítulo 10.4, assim como, sugestões de melhoria, através da interação entre o utilizador sénior e o protótipo.

Foi elaborado, pela equipa de desenvolvimento, um questionário constituído por 3 dimensões: a perceção de características de conforto e ergonomia relativo à camisola e às calças; a quantificação do desempenho de vestir e despir o protótipo da plataforma e, por fim, uma avaliação global da solução e observações de melhoria não contempladas pelo questionário (ver Anexo D).

Para uma observação da qual se possam extrair inputs úteis e reais de melhora para a conceção e desenvolvimento da plataforma, foi necessário fotografar e assistir, ao utilizador a vestir e despir a plataforma praticamente nu. Esta situação, como é fácil de imaginar, provocou insegurança e pudor nos utilizadores seniores que contactamos, levando a que rejeitassem realizar o teste nessas condições. Este imprevisto implicou que só conseguíssemos realizar um único teste, pois só um utilizador com mais de 65 anos, já reformado, mostrou disponibilidade para participar.

De seguida é apresentada uma súmula dos resultados obtidos, para cada uma das 4 dimensões, na realização do teste de usabilidade a um utilizador do sexo masculino, com 71 anos de idade, de 1,63 m de altura e em risco de cair. O risco de queda deve-se a doença cardiovascular crónica e a uma deformação nas cervicais que provoca dificuldade na mobilidade.

Conforto e ergonomia

A dimensão conforto e ergonomia incluiu uma avaliação qualitativa a critérios de facilidade de uso, restrição de mobilidade e movimentos, adequação das tipologias das peças, das dimensões, da elasticidade da malha, propriedades de termo-regulação, flexibilidade, peso e uma estética apelativa. A avaliação foi feita numa escala de 1 a 5, em que 1 correspondia uma resposta muito negativa e 5 a uma resposta muito positiva. Na generalidade a avaliação do utilizador sénior ao protótipo inicial não foi muito positiva em nenhum dos critérios.

A avaliação da camisola e das calças no que refere à facilidade de vestir e despir de forma autónoma, à mobilidade das articulações, à adequação da tipologia da peça e ao posicionamento das costuras, foi indiferente ao utilizador. Sobre estes critérios o utilizador não demonstrou nenhuma vontade de se pronunciar, pois os critérios sobre que foi questionado eram familiares ao vestuário de uso diário, como é o caso de vestir e despir uma camisola e umas calças. Relativamente aos critérios de dimensões das peças, peso, flexibilidade, termo-regulação, funcionalidade e estética, a avaliação do utilizador indica que podem ser bastante melhorados numa modelo de plataforma futuro e que no protótipo em causa se encontravam numa escala muito negativa.

Quantificação do desempenho de vestir e despir

Esta dimensão refere-se à quantificação do desempenho do protótipo, na tarefa de o vestir e despir. Foi definido um protocolo de desempenho, constituído por 3 séries de tarefas, uma relativa à velocidade em vestir o conjunto das duas peças (camisola e calças) pela primeira vez, a segunda e terceira relativas à velocidade de realizar as tarefas de vestir e despir das duas peças de forma individual, ou seja, a medição em segundos destas tarefas, o número de erros na realização e se foram executadas com sucesso. A Figura 85 mostra o protocolo estabelecido e seguido durante a realização do teste, assim como os resultados obtidos. Na Figura 86 e 87 podemos encontrar o registo fotográfico desse processo e a totalidade do tempo em que foram realizadas as diferentes fases.

Como podemos verificar, vestir e despir as calças demorou mais tempo do que realizar a mesma tarefa com a camisola. Este dado deve-se sobretudo à necessidade do utilizador ter de se sentar para executar a tarefa com eficácia. Este facto pode indicar que o utilizador sénior em risco de cair, sempre que precisar de vestir umas calças o fará sentado, permitindo que a tarefa seja executada em segurança. Outro dado importante, foram o número de erros que o utilizador teve em ajustar as protecções aos corpo e no local adequado.

Quantificação das provas de usabilidade de desempenho do protótipo						
Descrição	Medição	Unid.	Nº erros	Sucesso tarefa		
Velocidade em vestir o protótipo pela 1ª vez (camisola e calças)	120	seg.	0	Sim 1	1	Não 0
Fase 1						
1. Vestir a camisola	38	seg.	0	Sim 1	1	Não 0
2. Ajustar as protecções (camisola)	9	seg.	3	Sim 1		Não 0 1
3. Vestir as calças	43	seg.	0	Sim 1	1	Não 0
4. Ajustar as protecções (calças)	5	seg.	2	Sim 1		Não 0 1
Fase 2						
1. Despir a camisola	9	Seg	0	Sim 1	1	Não 0
2. Despir as calças	13	Seg	0	Sim 1	1	Não 0

Figura 85 Protocolo para a quantificação do desempenho do protótipo na tarefa de o vestir e despir, resultados obtidos junto do utilizador sénior.

Avaliação global

Após a avaliação ao conforto e ergonomia do protótipo inicial da plataforma e da quantificação das provas de usabilidade de desempenho no vestir e no despir da plataforma, foi pedido ao utilizador que fizesse uma avaliação global do protótipo que testara. Essa avaliação teria de ser dada numa escala de 5 tipos de avaliação: mau, não satisfaz, sem opinião, satisfaz e bom. A avaliação global dada pelo utilizador foi de que protótipo testado não satisfaz para o uso diário. No ponto seguinte, foram recolhidas algumas observações do utilizador sobre os aspectos negativos da plataforma e que fundamentaram a não satisfação do protótipo.



Figura 86 Registo fotográfico da quantificação do tempo necessário para tarefa de vestir e despir a camisola.

Figura 87 Registo fotográfico da quantificação do tempo necessário para tarefa de vestir e despir as calças.

Observações

Durante a realização do teste foram recolhidas observações qualitativas feitas pelo utilizador, relativas ao conforto e ergonomia, materiais, geometria e localização dos protectores. Na Figura 88, podemos visualizar essas observações no protótipo inicial e no momento em que foram proferidas pelo utilizador durante a realização do teste. À medida que o utilizador sénior vestia, realizava o teste e despia o protótipo inicial da plataforma, foi solicitado que com base na sua experiência, descrevesse os principais aspectos negativos que encontrava no seu uso. Essas observações foram registadas no modelo do inquérito e posteriormente colocadas na figura ilustrativa do momento da observação.



Figura 88 Registo fotográfico da descrição e indicação das observações qualitativas feitas pelo utilizador.

As principais observações feitas pelo utilizador podem ser sumariadas nos seguintes pontos:

- A localização dos protetores na plataforma não é a mais indicada para protecção das

regiões osteoarticulares.

- As presilhas com velcro, para fecho dos bolsos de colocação dos pads, não favorece o conforto com o uso de outras peças de roupa por cima da plataforma.
- A geometria dos protetores para os punho e para os tornozelos não é adequada para protecção e conforto no uso da plataforma.
- A malha usada no protótipo é demasiado pesada para ser usada como segunda pele.
- A malha não tem a elasticidade necessária para se ajustar ao corpo.
- As calças devem ser de cinta subida (por cima do umbigo) para ajustar melhor a plataforma e melhorar a sua fixação ao corpo
- As costuras dificultam os movimentos e o interferem pela negativa no conforto das peças.
- A camisola depois de vestida deve poder ser fixada às calças para evitar que as protecções se movam.
- A geometria da gola deve ser discreta e permitir uma fácil passagem pela cabeça.

Depois de obtidas as observações qualitativas à performance da plataforma, assim como, a quantificação do desempenho do conforto em vestir e despir o protótipo inicial, o passo seguinte no processo de desenvolvimento foi a realização de sessões de “brainstorming” para identificar conceitos de solução para a plataforma de protecção física.

11.1.3 Brainstorming para identificação de conceitos de protecção física

Após a definição dos requisitos e do feedback obtido pelo utilizador sénior, que resultou do teste de usabilidade realizado ao protótipo inicial, o passo seguinte do processo de desenvolvimento da plataforma de protecção física foi a realização de sessões de “brainstorming” com alunos do 2º ano do curso de Licenciatura em Design Industrial que é lecionado no Instituto Politécnico do Cávado e do Ave (IPCA).

O objetivo destas sessões foi identificar alguns conceitos preliminares para a definição da plataforma, explorando alternativas a tipologias de calças e camisolas e mesmo de outros tipos de abordagens que não as duas peças mencionadas. Teve também como objectivo explorar geometrias dos pads de protecção; testar materiais a utilizar na plataforma com os níveis de conforto desejados, assim como, de materiais a utilizar nos pads com propriedades capazes de minimizar os efeitos do impacto proveniente de quedas. O output final foi o de identificar possíveis fontes de inspiração para o desenvolvimento de solução optimizada da plataforma de protecção.

Foram reunidas equipas de trabalho, cada uma constituída por 4 alunos da Unidade Curricular de Projecto de Design Industrial 1. Foram também associados a cada equipa, embora de forma não presencial nas sessões, familiares seniores dos alunos e fisioterapeutas. Estes elementos externos tiveram um papel de consultores sobre os diferentes conceitos que foram surgindo entre as equipas. As equipas foram reunidas várias vezes em períodos de três horas e tiveram como moderador um designer industrial com o objectivo de manter as sessões focadas no desafio e de fazer cumprir as regras básicas de um bom “brainstorming”: todas as ideias são válidas, a quantidade de ideias deve ser elevada e podem ser concebidas novas ideias com base nas ideias dos outros, devem ser criativas e encorajar novas ideias e acima de tudo manter um ambiente informal e descontraído entre as equipas e todos os participantes.

Depois de formadas as equipas, os moderadores procederam à contextualização do problema para o qual se pretendia conceber hipóteses de solução com o “brainstorming”.

Esse problema foi exposto num desafio que consistia na seguinte pergunta:

- Como podemos minimizar o impacto físico das quedas na população idosa através de wearables de proteção?

Para contextualização do desafio foram fornecidos às equipas os resultados da análise da literatura ao impacto físico, económico e social das quedas na população idosa (Parte I, Capítulos 4, 5 e 6), os resultados dos inquéritos realizados aos utilizadores seniores (Parte II, Capítulos 7 e 8) e um documento com os requisitos do produto (Parte III, Capítulo 10.4). Na Figura 89 podemos ver algumas fotografias que ilustram momentos das sessões de “brainstorming”, como podemos verificar, houve uma interação bastante dinâmica entre os diferentes participantes durante as sessões. As ideias de cada um foram expostas e debatidas em grupo com o intuito de ser possível englobar outras características que as complementassem, características com origem em ideias de outros participantes. Posteriormente,



Figura 89 Fotografias do processo de brainstorming e onde se podem ver alguns dos momentos das sessões.

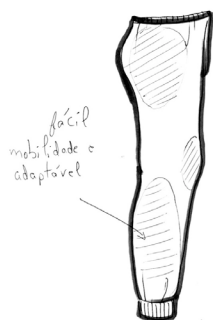
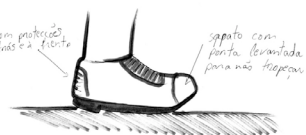
e em momentos de maior introspecção, cada equipa registou e ilustrou através de desenhos rápidos as principais características de cada ideia; outras, chegaram mesmo a fazer registos nas próprias peças de roupa que usavam no momento. Este processo criativo foi originando vários conceitos de solução diferentes que foram sendo colocados em locais visíveis para todas as equipas. O intuito de colocar os resultados das sessões de brainstorming em local visível foi o de fomentar que os participantes pudessem conceber novas ideias com base nas ideias que iam vendo.

Os resultados das sessões foram bastante interessantes e com conceitos muito heterogêneos. Os participantes reviram-se bastante no desafio proposto, a maioria tinha familiares, conhecidos, ou vizinhos com idade avançada e todos tinham conhecimento de acontecimentos que envolveram quedas, com maior ou menor gravidade, nessas pessoas que gravitam no circuito de familiares, amigos, conhecidos, etc. Os participantes após analisarem os dados relativos ao uso de roupa interior (Parte II, Capítulo 7.2.7) ficaram bastante surpreendidos com este facto. Contudo, a surpresa foi momentânea, pois após refletirem na sua experiência com avós, rapidamente perceberam que essa informação correspondia à realidade, todos usavam roupa interior durante grande parte do ano. O uso de uma plataforma tipo second skin constituída por uma camisola e umas calças parecia ser uma solução viável, assim como, a colocação de proteções discretas, eficazes e funcionais, que minimizassem os efeitos físicos de uma queda.

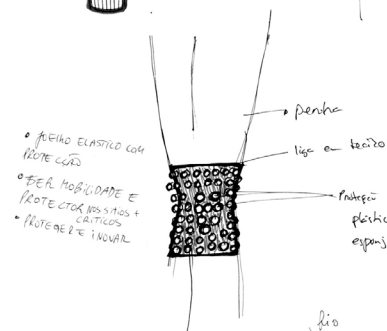
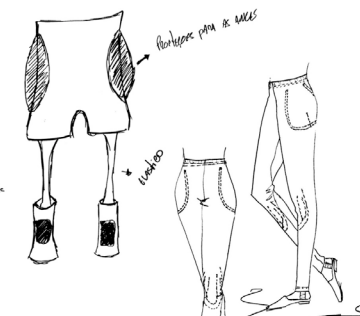
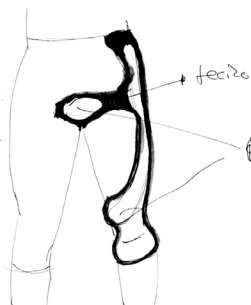
As Figuras 90 e 91 mostram alguns dos conceitos gerados pelas equipas durante as sessões de “brainstorming”. Houve uma maior incidência sobre conceitos que incluíssem a plataforma na tipologia de camisola e calças, embora muitos consideraram que a plataforma poderia ser somente na região onde seria colocada a protecção. Outros consideraram que se poderia unir dois tipos de protecção numa plataforma, tipo as cintas femininas de suporte das meias, neste caso a cinta serviria de plataforma para as proteções da anca e do coxix e estaria unida a umas joelheiras para protecção da articulação. Houve quem sugerisse que para melhorar a fixação da plataforma ao corpo, para evitar que esta se desloque com os movimentos, fossem aplicadas nas calças umas fitas, inspiradas nos suspensórios, ajudando também na altura de vestir as calças, quase como umas orelhas onde o utilizador pode puxar.

Houve também espaço para alguns conceitos mais irreverentes que colocaram as soluções noutra perspetiva, como solas de sapatos que se moldam à irregularidade do terreno, permitindo que o utilizador tenha a sensação de caminhar numa superfície regular e macia, evitando o risco de desequilíbrio potenciador de quedas. Outro conceito em que a plataforma seria somente usada no interior de casa estando presa a um arnês que circulava em calhas embutidas no tecto, fazendo que o utilizador quando caísse ficasse pendurado sem nunca entrar em contacto com o solo. Por outro lado, houve quem sugerisse que a plataforma de protecção poderia ser assumida como uma peça de vestuário insuflável e colocada à volta da cinta, funcionando como um acessório de moda e uma almofada de protecção no caso de queda.

Uma das equipas assumindo a plataforma como um conjunto de duas peças de vestuário, com a tipologia de calças e camisola para usar justo ao corpo, incidiu o seu foco na ideia de que a protecção poderia ser feita através da mimetização óssea das regiões osteoarticulares que se pretendem proteger. Essa mimetização possibilita que a protecção esteja localizada no local exacto de contacto crítico, ao mesmo tempo, permite que o utilizador mantenha os níveis de mobilidade próprios da articulação, tornando-a mais confortável, eficaz na protecção e discreta.



- PROTECTOR DE JOELHO ANKA.
- CUSTOS & COMODIDADE
- MATERIAL DURE EFICAZ

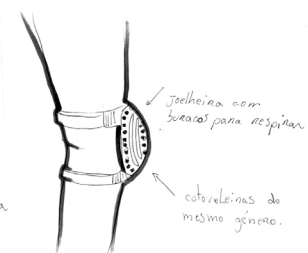


It's nice to have a mobile and comfortable!



proteção sobre
pontos de inflexão
para preservar
a estrutura

- PROTEÇÃO Joelhos
- DEIXAR PELE RESPIRAR
- MINIMIZAR DANOS E PROTEÇÃO



proteção que impede que as pessoas cheguem ao chão.



caso que prende a pessoa

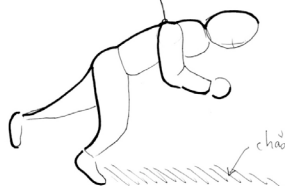


Figura 90 Ilustrações de alguns dos conceitos para produtos wearables de proteção física.

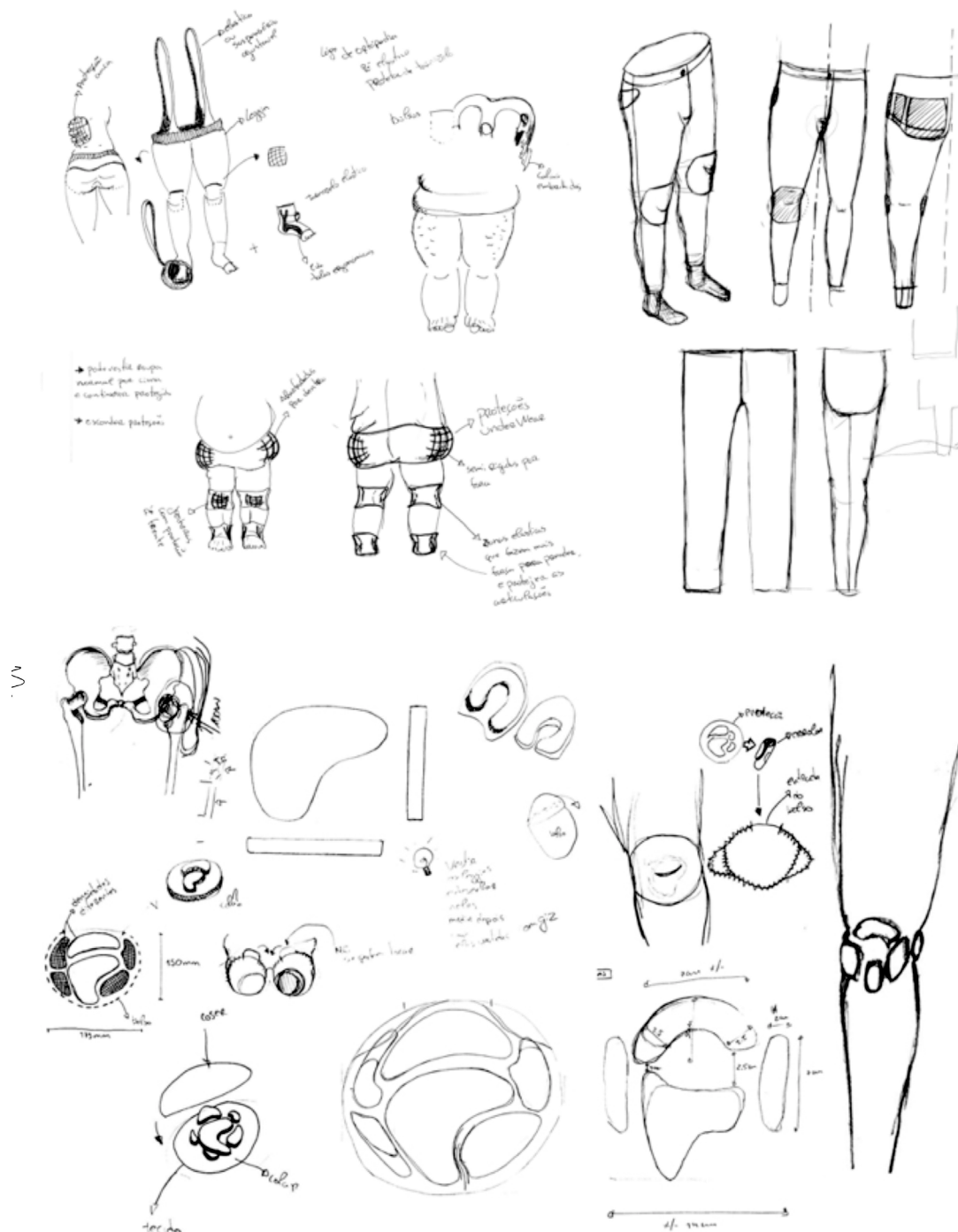


Figura 91 Ilustrações de alguns dos conceitos para produtos wearables de proteção física.

11.1.4 Protótipos preliminares dos conceitos mais promissores

As sessões de “brainstorming” foram excitantes e geraram ideias em que os participantes acreditavam ter potencial, gerando curiosidade de todos os envolvidos nas sessões de ver e sentir, de como seriam as suas ideias para lá de uma representação bidimensional em papel. Desta forma, todos os participantes acharam que era possível prototipar algumas das ideias para que escolha do conceito mais promissor de ser desenvolvido com maior detalhe, fosse feita com base numa validação dessas ideias através de um modelo físico e tridimensional. Todos estiveram de acordo que um conceito validado com base num modelo tridimensional tem mais probabilidades de se tornar uma decisão com maior potencial de sucesso.

É neste contexto que se desenrolou o quarto passo do processo de conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção física, a realização de protótipos preliminares dos conceitos mais promissores. O objectivo nesta etapa é a construção de protótipos rápidos e sem grande preocupação com o detalhe, das ideias geradas nas sessões de brainstorming, para que a validação das ideias e a escolha do conceito mais promissor fosse com base num contacto real com um protótipo físico tridimensional.

A empresa Fernando Valente & Ca. S.A. forneceu ao participantes vários materiais para a construção desses protótipos. Para a plataforma os materiais incidiram sobre microfibras de poliéster e elastano, Lycra, malhas de algodão e elastano; para as proteções os materiais incidiram naqueles tivessem propriedades de absorção de impacto, como, o neoprene, espuma EVA, malhas 3D. As equipas para a plataforma limitaram-se a usar os materiais de forma individual, ou seja, não conjugaram materiais na realização dos protótipos para as calças e camisola, nem mesmo para as plataformas somente dedicadas à protecção de uma determinada zona osteoarticular. No entanto, no caso das proteções algumas das equipas fizeram várias experiências de conjugação dos materiais disponíveis, através de sanduíches constituídas por dois, ou mais materiais. O objetivo destas experiências foi o de aumentar as propriedades de conforto e de absorção de impacto. A Figura 92 mostra algumas das experiências realizadas, sendo que alguns destes materiais foram usados na construção dos protótipos para as proteções.

Nas Figuras 93 e 94 podem ser vistos alguns protótipos completos realizados pelos participantes. Podemos ver também alguns protótipos preliminares para o desenvolvimento das geometrias da plataforma, das proteções e até mesmo alguns testes rudimentares de quedas e de conforto. Os participantes vestiram os protótipos em manequins, outros vestiram em elementos das equipas com o intuito de uma validação no momento do próprio desenvolvimento e à medida que os iam construindo.

Tal como aconteceu no capítulo anterior, os resultados obtidos com os protótipos preliminares também foram muito heterogéneos. Contudo, todas as abordagens incidiram sobre plataformas de malha, justa ao corpo, para usar como segunda pele. A principal diferença entre elas foram as tipologias dessas mesmas plataformas. Embora as calças e a camisola tenham sido as tipologias predominantes, houve quem fizesse camisolas onde as mangas se prolongam sobre a mão, e as mangas e os punhos podem ser retirados consoante as variações térmicas e as necessidades de protecção do utilizador. Desenvolveram também umas calças de cinta subida, com elásticos que passam por debaixo da palma do pé, e, onde são acopladas proteções com geometrias inspiradas nas articulações. Relativamente às plataformas que se destinam exclusivamente ao suporte da protecção, foram desenvolvidos protótipos para uma joelheira e uma luva, ambas eram constituídas por uma manga de Lycra que se adapta à forma do corpo. Foi também construído um protótipo para o conceito inspirado nas cintas femininas de suporte das meias (Figura 93).

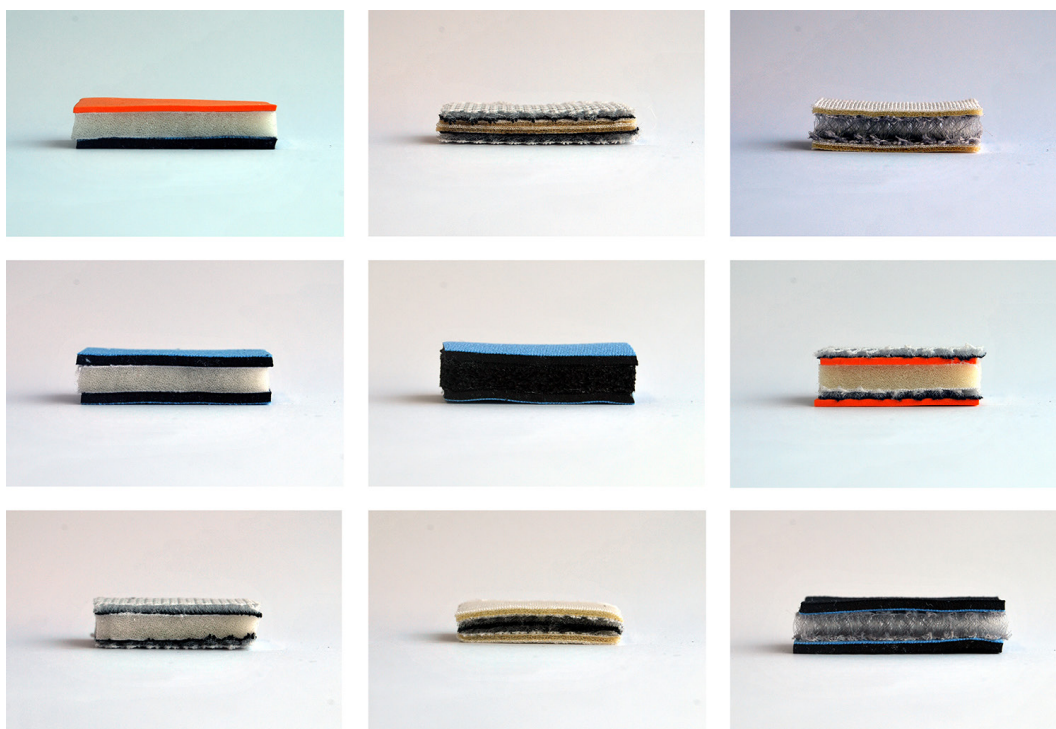


Figura 92 Imagens de experiências na conjugação de materiais para absorção de impacto.

Outra equipa construiu uma plataforma assente nuns calções de cinta subida com uma película de silicone na extremidade da coxa para maior conforto, durante a realização deste protótipo, outra equipa que acompanhou este desenvolvimento, sugeriu que poderia ser adicionado uma peça complementar ao protótipo dos calções constituída simplesmente por elásticos que uniam proteções dos cotovelos e dos ombros. Outra equipa, construiu uma plataforma assente numas calças e onde foram colocadas proteções dos joelhos. Desenvolveram também uns manguitos que cobrem o braço e uma parte do antebraço e onde foram colocadas proteções do cotovelo. Esta equipa construiu um outro protótipo onde colocou a geometria directamente por baixo de umas calças e realizou um teste preliminar da zona de embate no solo durante uma queda lateral sobre o joelho. Foi também construído um protótipo que usou como plataforma uma camisola de Lycra já existente no mercado e onde foram aplicadas camadas de espuma com uma geometria adaptável aos movimentos do corpo (Figura 94).



Figura 93 Imagens dos protótipos preliminares de alguns dos conceitos para produtos wearables de proteção física.



Figura 94 Imagens dos protótipos preliminares de alguns dos conceitos para produtos wearables de proteção física.

No final da construção de protótipos preliminares dos conceitos mais promissores, os participantes e a equipa de desenvolvimento puderam ver aplicados em modelos tridimensionais os diferentes conceitos nascidos nas sessões de brainstorming e descritos no capítulo anterior. A equipa de desenvolvimento precisava então de escolher, de todos os conceitos prototipados, qual o que seria mais promissor para um desenvolvimento mais detalhado e que tivesse garantias de sucesso junto da população sénior.

11.1.5 Escolha do conceito mais promissor

O quinto passo no processo de concepção e desenvolvimento da plataforma de proteção física consistiu na escolha do conceito mais promissor. A escolha pode ser feita com base numa validação sobre um protótipo físico, que se pode vestir e despir, usar e sentir os materiais, ou seja, sobre uma avaliação mais real dos requisitos estabelecidos no Capítulo 10.4. Dentro de uma sala foram colocados nas paredes os desenhos com os conceitos obtidos no Capítulo 11.1.3, de forma bem visível e acessível. Em frente a esses conceitos foram colocados os protótipos relativos aos conceitos expostos, alguns dos protótipos foram vestidos em manequims, outros, estavam pousados em cima de mesas e podiam ser manuseados. Foram reunidos todos os participantes no processo de concepção e desenvolvimento: os alunos, alguns dos familiares seniores e os moderadores das sessões de brainstorming. A ideia era que todos os envolvidos ficassem a conhecer os conceitos e com base na experiência de cada um identificassem o conceito mais promissor. Para identificar esse conceito, os participantes teria de respeitar um processo de selecção para que de entre todas as hipóteses a escolha final recaísse sobre uma só. Todos concordaram que a selecção deveria ser democrática e respeitar um modelo de selecção através de votação e eliminatórias.

A Figura 95 ilustra o processo de selecção que foi aplicado. Cada equipa identificou um apresentador, aquele que tivesse maior capacidade de comunicar os conceitos concebidos e prototipados pela sua equipa. Os restantes elementos da equipa, designados por votantes, foram ao encontro das outras equipas, os respectivos apresentadores fizessem uma descrição dos conceitos e responderam a questões colocadas pelos votantes. Cada conjunto de votantes tinha que seleccionar os três conceitos mais promissores de cada equipa. Aos familiares seniores e aos moderadores foi também pedido que votassem nos três conceitos mais promissores. No final desta votação as equipas retiraram os conceitos com menos votos ficando somente os mais votados, neste cenário foi pedido novamente a todos os participantes que fizessem nova votação, mas desta vez naquele que considerassem o mais promissor.

Após a aplicação do processo que temos vindo a descrever, o conceito que obteve o maior número de votações para a plataforma de proteção foi: um conjunto de duas peças de underwear, constituídas por uma camisola e uma calças para usar por debaixo da roupa, com uma forma e geometria fácil de vestir e despir. As calças devem ter a cinta subida acima do umbigo, na zona dos tornozelos deve ter um elástico a passar por baixo da planta do pé. Na camisola a gola deve ser pouco intrusiva, os punhos devem ser prolongados e cobrirem uma parte da palma e das costas da mão. A utilização deste conceito tem como intuito proporcionar um maior conforto no uso continuado do underwear.

Relativamente à proteção física o conceito que reuniu maior número de votos foi o de mimetizar as regiões osteoarticulares, que se pretendem proteger, dando origem a geometrias para proteção que se adaptam ao corpo e aos movimentos do utilizador. Estas geometrias serão transformadas em pads constituídos por uma malha 3D e colocados de forma permanente nas respetivas zonas de protecção.

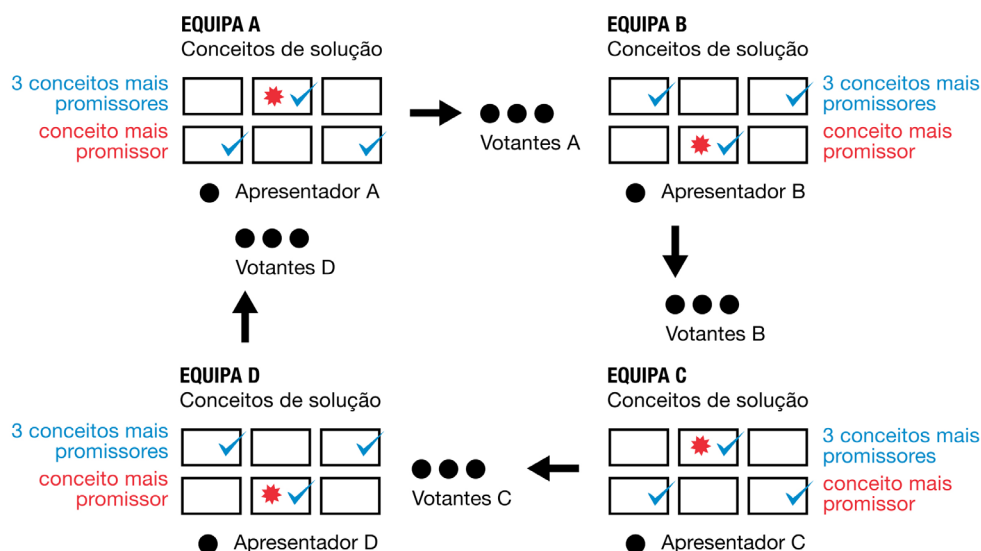


Figura 95 Esquema ilustrativo do processo utilizado para a selecção dos conceitos mais promissores.

Foi também sugerido pelos participantes, durante uma análise final ao conceito mais promissor para a solução global, que a função de monitorização e deteção de quedas poderia ser feita através de um pequeno sensor que se conecta à plataforma inspirado em elementos e acções diárias tradicionais dos utilizadores, como por exemplo: o conceito de apertar e desapertar um botão, aplicado à colocação e fixação do dispositivo electrónico ao underwear; e o conceito de utilização da cabeça do estetoscópio, forma e funcionamento para a recolha de dados do utilizador, serão possíveis fontes de inspiração. A concepção e desenvolvimento do sensor está descrita no Capítulo 11.4.

Em resumo, o conceito mais promissor para a solução global:

- **Plataforma de Underwear** (calças e camisola)
- **Proteções físicas** (bolsos e pads)
Biomimetismo das regiões osteoarticulares
- **Monitorização e detecção de quedas** (sensor)
Mimetismo de elementos tradicionais – botão e estetoscópio

11.1.6 Desenvolvimento do modelo para a plataforma final

Este capítulo corresponde ao sexto passo no processo de conceção e desenvolvimento da plataforma de protecção física (Capítulo 11.1, Figura 83) e consiste no desenvolvimento do modelo bidimensional da plataforma para a posterior realização de um protótipo final (Capítulo 11.1.7). O objetivo de desenvolver um modelo de plataforma é sintetizar num modelo final o conceito mais promissor para uma camisola e umas calças que englobem os atributos descritos ao longo do capítulo 11.1 e que respeitem os requisitos estabelecidos no capítulo 10.4.

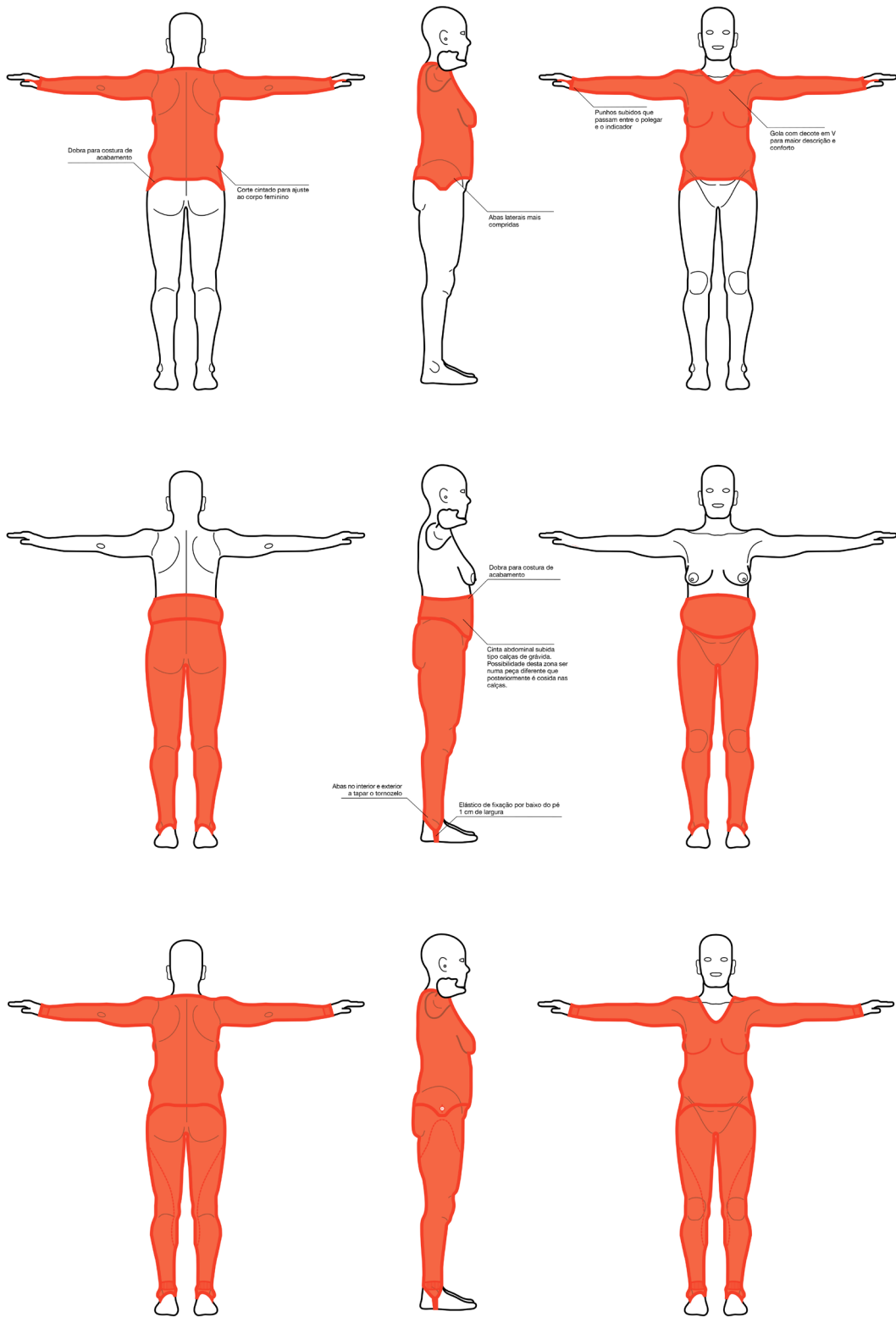
O primeiro passo consistiu em representar um utilizador com 70 anos de idade e perceber as fisionomia própria desta idade. Para isso recorremos a um software open source designado por MakeHuman 1.0.0 e que se destina à realização de personagens 3D. Este software permite ajustar o corpo do modelo que se pretende a uma série de parâmetros, como a idade, o sexo, peso, altura, proporções, entre outros. De acordo com estas possibilidades de ajuste nos parâmetros, modelamos um personagem com 70 anos, caucasiano e com os restantes parâmetros situados numa zona intermédia. Os mesmos parâmetros foram usados para uma personagem do sexo feminino e masculino. Obtivemos assim dois modelos que foram colocados em três posições: visto de frente, de lado e por detrás. Os modelos foram importados para o software de edição vectorial Adobe Illustrator CS6 e onde foram transformados em imagens vectoriais bidimensionais, obtendo desta forma o modelo humano sobre o qual se desenvolveu a plataforma (camisola e calças). Na Figura 96 podemos ver o resultado final desse desenvolvimento.

Começando pelas camisola, foi coberta a zona do tronco e dos membros superiores com uma camisola justa ao corpo, característica típica do underwear que é usado como segunda pele. O corte usado nesta peça foi baseado numa camisola tradicional de underwear, tendo sido feitas algumas alterações como, um corte cintado para melhor ajuste ao corpo; a zona lateral da camisola foi prolongada, formando uma abas laterais e onde será colocado um sistema de fixação às calças (tipo botões ou molas) de forma a que a plataforma não se desloque durante a realização de movimentos por parte do utilizador; foi também acrescentado uns punhos que se prolongam pela mão e que passam entre o polegar e o indicador, esta característica serve para ajudar na fixação da plataforma como no caso anterior e para colocação futura de proteções para o pulso; outra característica importante, foi a aplicação de uma gola em “v” para maior descrição e conforto no vestir e no despir da camisola.

No caso das calças, e tal como no caso da camisola, foi coberta a zona da cinta e dos membros inferiores com uma tipologia de calças também tipo second skin justas ao corpo. Foram desenhadas com base num corte tradicional com a particularidade de a cinta ser subida, tipo as calças usadas pelas grávidas, para proporcionar maior conforto, maior superfície de contacto junto ao corpo e um local para posterior colocação de proteções; nos tornozelos foram acrescentadas umas abas que cobrem o tornozelo para colocação de proteções e onde será aplicado um elástico, que passa por debaixo da planta do pé para evitar que calças subam com os movimentos do corpo.

Na parte inferior da Figura 96 podemos ver o modelo final da plataforma aplicado em simultâneo sobre o corpo de uma mulher de 70 anos. A principal ideia do conceito mais promissor está então representada nas três posições que estabelecidas e podemos verificar que o modelo cobre quase na totalidade o corpo, com excepção do pescoço, da cabeça, das mãos e dos pés. Podemos também verificar que houve uma grande preocupação, em que a peça superior da plataforma (camisola) e a inferior (calças), quando vestidas, ficassem unidas num ponto, como se tratasse de uma peça só, evitando muita deslocação das proteções, posteriormente aplicadas (Capítulo 11.2) com os movimentos do corpo. Foi efectuado o mesmo processo para o modelo masculino, usando uma plataforma igual à feminina, embora com um corte menos cintado.

Figura 95 Esquema ilustrativo do processo utilizado para a selecção dos conceitos mais promissores.



11.1.7 Construção do protótipo da plataforma final

O sétimo e último passo no processo de concepção e desenvolvimento da plataforma de protecção física (Capítulo 11.1, Figura 83) consiste na construção do protótipo da plataforma final. O objectivo de desenvolver um modelo de plataforma é sintetizar num modelo final o conceito mais promissor para uma camisola e umas calças que englobem os atributos descritos ao longo do capítulo 11.1 e que respeitem os requisitos estabelecidos no capítulo 10.4. Para a construção do protótipo, a equipa de desenvolvimento teve de realizar várias etapas intermédias que partiram do desenho da plataforma (Figura 96) até a obtenção de um modelo físico tridimensional. A primeira etapa consistiu em transformar o desenho do modelo da Figura 96 em peças planificadas através da concepção dos desenhos dos moldes.

No contexto descrito, o desenho final da plataforma foi passado para uma modelista têxtil e em conjunto com a equipa de desenvolvimento, foram discutidas todas as características que se pretendiam ver aplicadas nas peças (abas laterais, nos tornozelos e nos punhos, cinta subida, entre outros). Depois de garantido de que a modelista tinha percebido o conceito e com base nos desenhos fornecidos (Figura 96) foram executados os moldes das diferentes peças necessárias à construção do protótipo. Na Figura 97 podemos ver os moldes desenhados num software CAD/CAM para o tamanho médio (M), este software é optimizado para a concepção de moldes na indústria do vestuário. Na Figura 97 encontram-se as peças, que em duplicado, servirão para construir o protótipo das calças. Podemos verificar que a parte superior dessa peça representa a cinta subida e na extremidade inferior o desenho corresponde às abas sobre os tornozelos e onde será colocado o elástico que passa por debaixo dos pés. As outras três peças são as que constituem a camisola, as costas e a frente, por último a peça correspondente à manga, tal como no caso das calças, esta peça será usada em duplicado, uma para cada braço. Na extremidade inferior das costas e da peça da frente, podemos ver as geometrias que unidas formarão as abas da camisola e onde será colocado o sistema de fixação às calças. A peça que formará as mangas, tal como no caso das calças, tem também umas abas na extremidade inferior para cobrir o totalidade dos pulsos. Em discussão entre a equipa de desenvolvimento e a modelista foi sugerido que a camisola, na zona de maior transpiração, as axilas, deveria ser furada com círculos de 3 mm de diâmetro, por forma a facilitar a respiração do corpo e evitando a transpiração.

Após a execução dos moldes a etapa seguinte consistiu em definir qual o material em que o protótipo deveria ser fabricado. Conjuntamente com a empresa Fernando Valente & CA S.A. e perante o catalogo de malhas que a empresa produz com as características desejadas: leve, elástica, confortável, capacidade de não deformar com o uso e o peso das protecções, foram identificados dois tipos de microfibras com a mesma constituição, embora com percentagem de fibras e peso diferentes, essas malhas foram:

- Microfibra da camisola: 77% Poliamida, 23% Elastano; Peso: 140 g/m²
- Microfibra das calças: 81% Poliamida, 19% Elastano; Peso: 190 - 200 g/m²

Depois de definido os dois tipos de malha para a construção dos protótipos da plataforma, a etapa que se seguiu foi a preparação dos ficheiros CAD com o moldes para o corte do contorno das peças. Para garantir que o corte respeitasse o desenho das peças e o toleranciamento desejado para as costuras, as peças foram cortadas a laser. Na primeira metade superior da Figura 98 podemos ver algumas imagens que descrevem o processo de corte a laser das peças. A equipa de desenvolvimento deparou-se com a dificuldade de conseguir encontrar uma máquina de corte laser com uma área de corte suficientemente grande para

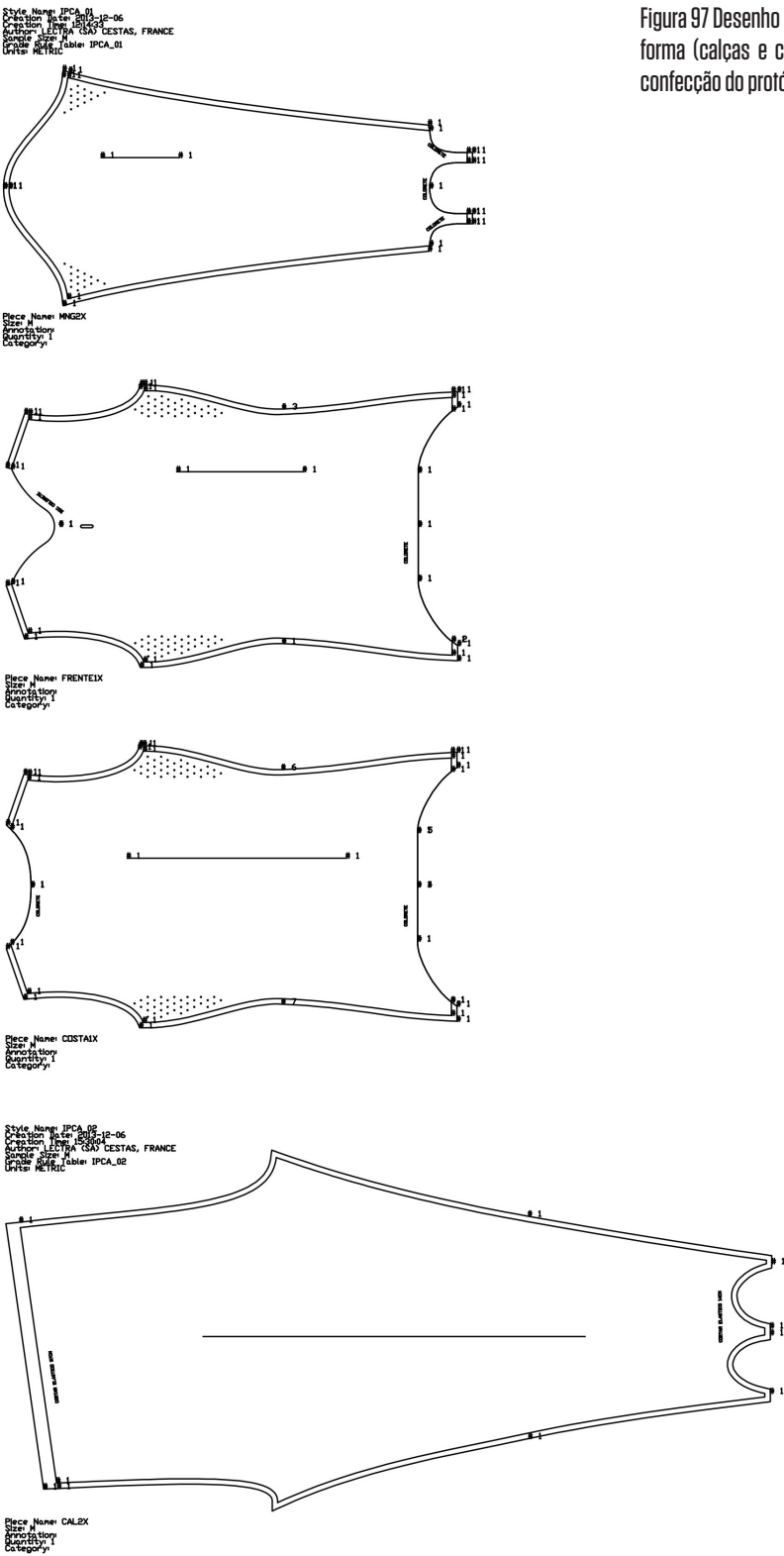


Figura 97 Desenho dos moldes da plataforma (calças e casaco) para corte e confecção do protótipo final.

que as peças da plataforma coubessem dentro da mesa de corte. A empresa Portlaser Industrial Laser, fabricante de máquinas para corte laser, disponibilizou uma máquina ainda em desenvolvimento e teste que detém uma superfície de corte máximo de 1300 x 1200 mm tornando desta forma possível o corte das peças. O corte foi então realizado sobre os dois tipos de microfibras e no final obtivemos as peças planificadas para construção do protótipo da plataforma.

A etapa seguinte consistiu na construção do protótipo, ou melhor, na sua confecção, termo mais apropriado à indústria do vestuário. Na metade inferior da Figura 98 e na Figura 99 podemos ver imagens que ilustram esse processo. A confecção do protótipo foi efectuada nas instalações do Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (CITEVE) com a colaboração de uma técnica de confecção e uma Engenheira Têxtil. Começamos pela confecção da camisola, o primeiro passo foi a união da peça que cobre as costas com a peça da frente através da costura dos ombros. Foi tido em consideração que o conforto, durante o uso da plataforma, é um dos requisitos principais recorremos às costuras coladas a quente (para saber mais ver Capítulo 11.3), sendo este tipo de costura menos intrusivo do que as tradicionais costuras cosidas com linha. Na Figura 98 também podemos ver o processo de aplicação do *transfere* de adesivo, desde a sua colocação no local, à sua fixação a quente recorrendo a um ferro manual; depois de fixado o *transfere* é retirada a película de papel para descobrir o adesivo e onde será colocada a outra peça para a colagem final numa prensa durante 20 segundos, a uma temperatura de 130 ° C e com uma pressão de 2 bar. Após os ombros da camisola estarem unidos o passo seguinte consistiu na aplicação das mangas, este passo foi executado através de uma costura tradicional com linhas efectuada numa máquina de corte e cose. Como a geometria do corte nesta zona da peça é totalmente curva as costuras coladas não são a melhor opção por dificuldade de aplicação neste tipo de geometrias, assim se justifica termos recorrido às costuras tradicionais nesta união. O último passo na confecção da camisola foi o de fechar as mangas e as laterais, neste caso como a geometria do corte é menos curva do que no passo anterior recorreu-se novamente às costuras coladas a quente. Na Figura 99 podemos ver o processo de aplicação do *transfere* na superfície que se pretende colar, assim como, a colocação das peças na prensa e posterior colagem. O processo descrito para a confecção da camisola foi também usado na confecção das calças, com a excepção de na cinta e nos tornozelos ter sido aplicado um elástico para melhor ajuste ao corpo, este elástico foi cozido na plataforma através de uma máquina de corte e cose e com a acabamento final feito numa máquina de costura convencional.

No final deste processo obtivemos o protótipo físico da plataforma constituído pela camisola e pelas calças. Na Figura 100 podemos ver o protótipo vestido num corpo, assim como, as principais características referidas no modelo da Figura 96 do capítulo anterior.

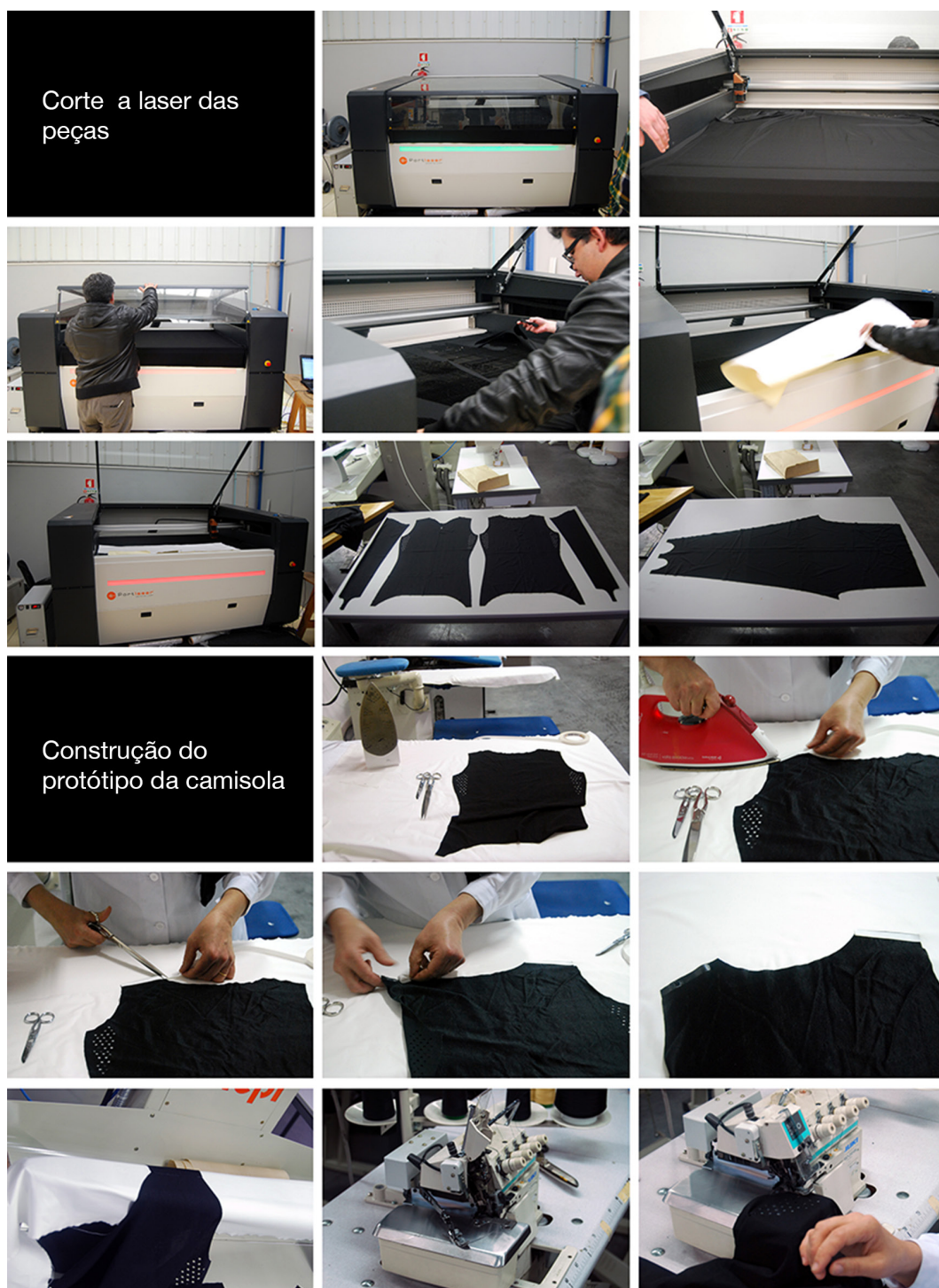


Figura 98 Imagens que descrevem o processo de construção do protótipo da plataforma final, o corte das peças, a confecção da camisola e das calças.



Figura 99 Imagens que descrevem o processo de construção do protótipo da plataforma final, o corte das peças, a confecção da camisola e das calças (continuação).



Figura 100 Protótipo final da plataforma vestido num modelo real com 95 anos.

11.2 Conceção e desenvolvimento dos pads de protecção: design bio-inspirado

O texto que se encontra entre os capítulos seguintes, 11.2 e 11.3, foi publicado nas actas da III International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for innovation, que decorreu na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o artigo em causa tem o título “Bio-inspired design process in the development of human joint protections for seniors” (Terroso et al., 2013) (4).

O objetivo deste capítulo é desenvolver os pads de protecção contra quedas, colocando almofadas de malha 3D nas regiões do corpo mais propensas a lesões, como as principais articulações do corpo (Fig. 102). A localização e a geometria dos pads de protecção devem ter uma forma que garanta boa mobilidade e conforto para o utilizador.

Como referido no capítulo 11 o conceito para este produto é dividido em três áreas: a plataforma wearable de microfibra, composto por duas peças de roupa interior; os pads de protecção em malha 3D e um sensor para deteção de quedas (Fig. 82). No entanto, neste capítulo, o foco é o método de desenvolvimento para a forma geométrica e a localização dos pads de protecção.

A literatura relativa à concepção de dispositivos de inspiração biológica, materiais e mesmo de processos de fabrico, contém diversos estudos de caso de modelos de inspiração biológica e que podem ser agrupados em duas abordagens diferentes. A primeira são os métodos académicos e apoiados em pesquisa de aplicação e verificação. A segunda são as soluções comerciais para a protecção física disponíveis no mercado, com um foco especial em atividades físicas com alto risco de queda.

Na primeira abordagem, um estudo descritivo de processos de concepção biologicamente inspirado, realizado às práticas e produtos dos designers no contexto de fazer projeto bio-inspirado (Helms et al. , 2009). O principal objetivo deste estudo foi compreender o processo de projeto de design biologicamente inspirado e fornecer informações sobre como é realizado o processo de design como atividade. Para os autores, as principais observações são de que os designers usam dois pontos de partida distintos para o projeto bio-inspirado, com base em duas abordagens diferentes – projeto conduzido pelo problema e projeto orientado para solução. Neste capítulo, o processo de design bio-inspirado no desenvolvimento de pads de protecção osteoarticulares, a implementação das duas abordagens descritas por Helms et al. (2009) são válidas. Contudo, a primeira abordagem, processo de design biologicamente inspirado orientado por problemas encaixa-se melhor no nosso estudo. No entanto, o processo utilizado por Helms et al. (2009) constituído por seis passos de desenvolvimento não é, no nosso entender, o mais adequado para o desenvolvimento de pads de protecção bio-inspirados nas regiões osteoarticulares. Outro estudo conduzido por Huang et al. (2011) apresenta a modelação, análise, projeto, otimização, fabricação e validação experimental de um material inspirado na estrutura dos ossos para reduzir a penetração de projéteis em baixas e altas frequências. Neste estudo, a formação de ossos dos membros anteriores, terceiro metacarpo palmar foi analisada. Huang et al. (2011) conclui que a estrutura do osso e o material de protecção têm grande potencial para redução da transmissão de carga, redução de peso, redução da penetração do projétil e mitigação de choque. O material inspirado na estrutura dos ossos tem uma distribuição especial da rigidez que varia entre um material mais rígido e um material mais dúctil.

Outra área de pesquisa que usa processos biológicos de mimetismo é a medicina regenerativa, especialmente a relacionada com a especialidade de ortopedia, e onde normalmente o objetivo é a regeneração de tecidos danificados. Um exemplo destes processos é o estudo de Tampieri et al. (2011), onde a inspiração na natureza e especialmente na mineralização biológica, que é a base para a formação de estruturas de suporte de carga, pode ser

explorada para obter dispositivos inovadores para a reparação e reconstrução dos ossos e do tecido osteo-cartilaginoso.

Outro estudo faz um trabalho de revisão de projectos de inspiração biológica (Shu et al, 2011), dividindo-os em três grupos: (1) um levantamento de exemplos de investigação para aplicação em processos de fabricação como o corte, conformação, montagem e desmontagem; (2) um levantamento dos métodos gerais que suportam o design biomimético, incluindo diversas abordagens para as etapas envolvidas na identificação e aplicação de soluções bio-inspiradas para a resolução de um dado problema; (3) exemplos que ilustram o uso de um método de projeto biomimético geral, que identifica analogias de linguagem natural.

Para a segunda abordagem, foi estudado o mercado de produtos portáteis para protecção física que é principalmente destinado a praticantes de desportos extremos e de contacto, como snowboard e rugby. Nessas áreas, podemos encontrar uma grande variedade de soluções como já referido na Parte II Capítulo 9 (Pads EVX V ombro de 2012; Spine Ergo, 2012). No entanto, para a população sénior em risco de cair, o leque de opções é muito pequeno, com apenas soluções de protecção focadas na região do quadril, joelhos e ombros (SafeHip de 2012; Posey Hipsters, 2012). Os produtos de protecção para este tipo de população são, a nosso ver, uma área pouco desenvolvida e explorada.

11.2.1 Metodologia de desenvolvimento bio-inspirada

No desenvolvimento da geometria dos pads de proteção foi utilizado um processo que mimetiza as regiões osteoarticulares que se pretendem proteger. Como pode ser visto na Figura 101 o processo compreende 8 passos: (1) identificação de áreas para a colocação de proteções osteoarticulares, (2) a identificação e análise das articulações, (3) delimitar as zonas a proteger; (4) planificação das zonas de delimitação; (5) aplicação do padómetro num modelo; (6) dimensionamento dos planos sobre o padómetro; (7) correcções dos planos e validação com utilizadores reais, (8) desenho CAD e modelação 3D dos pads.

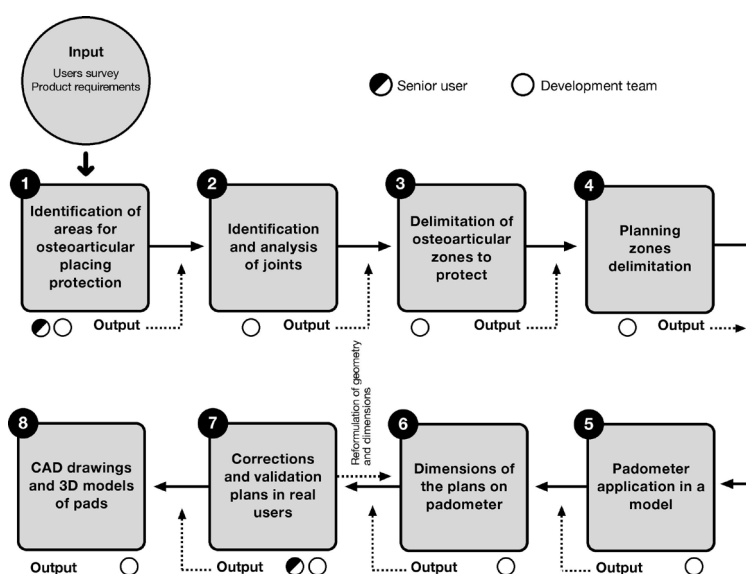


Figura 101 Esquema com o resumo do processo de design bio-inspirado no desenvolvimento de pads de protecção osteoparticular.

O primeiro input neste processo foi o de identificar os requisitos de proteção. Estes requisitos foram obtidos através de um inquérito realizado junto dos potenciais utilizadores, ou seja, idosos (acima de 65 anos) e em risco de cair (Cap. 10).

O modelo proposto é composto por dois tipos de intervenientes: os utilizadores e a equipa de desenvolvimento, constituída por designers de produto. A equipa de desenvolvimento teve uma participação em todas as etapas do processo. No caso dos utilizadores seniores, a participação foi limitada à primeira e sétima etapas. O objetivo de incluir os utilizadores no processo foi de validar os requisitos e as áreas de proteção na primeira etapa, e para validar e corrigir a geometria de protecção na sétima etapa.

As secções seguintes apresentam uma descrição da aplicação empírica do modelo proposto, bem como alguns dos resultados obtidos. O exemplo exposto é referente ao desenvolvimento do pad de proteção para o cotovelo, tendo sido executado o mesmo procedimento, que iremos descrever, para todas as outras regiões para as quais se pretendem desenvolver proteções.

11.2.2 Identificação de áreas para a colocação de proteções osteoarticulares

Um dos resultados obtidos no inquérito realizado a utilizadores seniores foi a identificação e incidência de lesões (graves e moderadas) nas diferentes regiões do corpo (Parte II, Cap. 7.2.5 e 7.3.2). Nas Figuras 32 e 50 da Parte II, estão representadas essas regiões; contudo, é de notar que a cabeça foi numa das regiões identificadas, mas que por nossa opção foi deixada de fora deste estudo, pois, as proteções para esta região encontram-se no setor de desenvolvimento de capacetes. A região do tórax também foi eliminada, não sendo identificada como uma região em risco de lesões e/ou fraturas. Na Figura 102 podemos ver as regiões que identificamos como as mais propensas a lesões provenientes de quedas, que basicamente correspondem às principais articulações dos braços e das pernas, assim como, as uniões destas com o tronco.

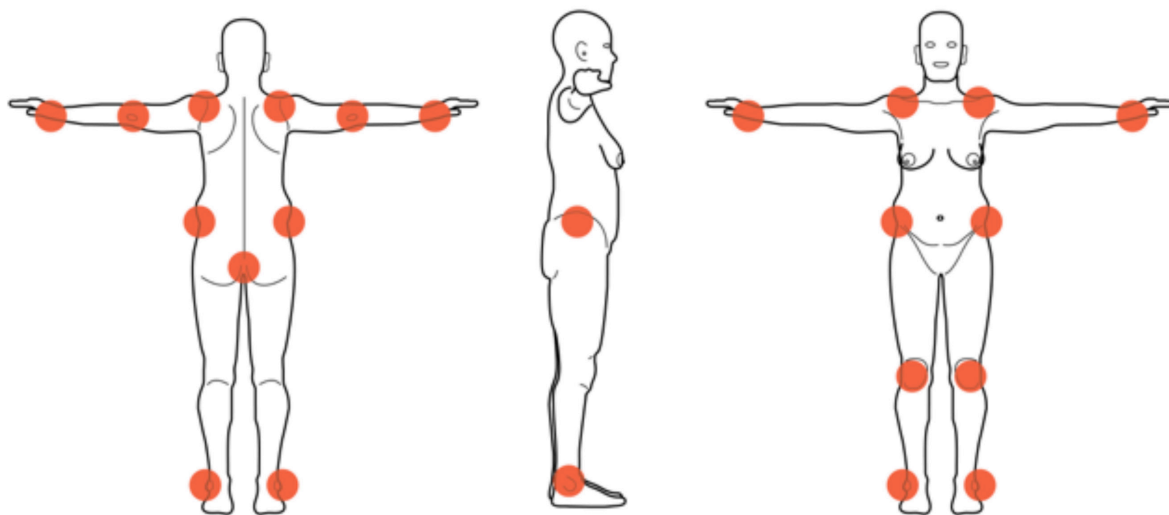


Figura 102 Representação num modelo feminino de 70 anos das regiões corporais que se pretendem proteger.

11.2.3 Identificação e análise das articulações

O passo seguinte do modelo proposto consiste na identificação e análise das articulações. Na Figura 103 podemos ver a identificação das articulações a proteger. Para a realização desta tarefa necessitamos de um modelo de esqueleto humano. Para isso recorremos à 3D4Medical's Essential Anatomy app que nos forneceu esse modelo juntamente com informação osteológica muito completa sobre cada uma das articulações. Sinalizamos as articulações e atribuímos um código alfanumérico capaz de identificar cada articulação e mais tarde servir de referência para os pads de protecção.

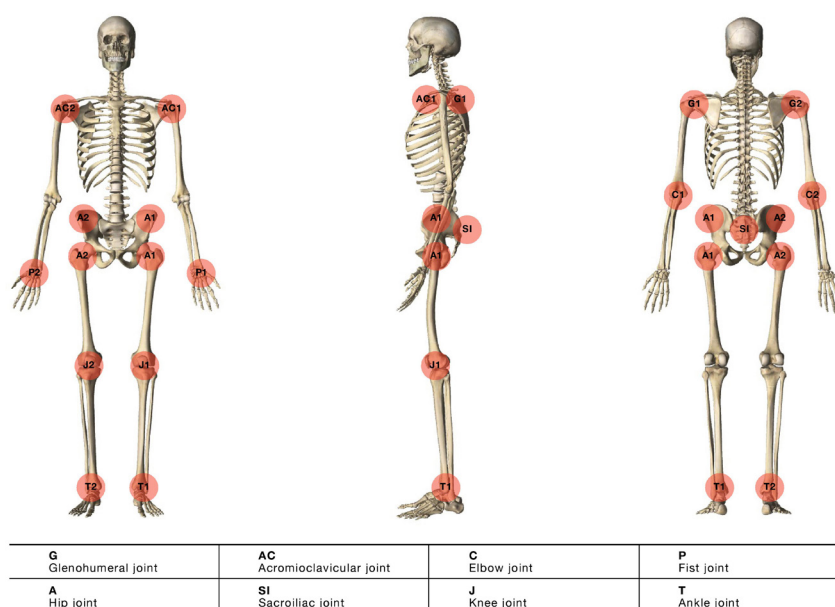


Figura 103 Figura do esqueleto humano com a identificação das articulações para as quais se pretende desenvolver pads de protecção.

11.2.4 Delimitar as zonas a proteger

Após a identificação das articulações a proteger, procedeu-se a uma análise mais detalhada dos elementos ósseos que constituem cada articulação e quais as zonas desses elementos ósseos que ficam mais próximos da pele e consequentemente os primeiros a entrar em contacto com uma superfície de embate no caso de queda, encontrando-se em maior risco de lesões e fracturas. Na Figura 104, podemos ver este processo aplicado na articulação em estudo, a do cotovelo, sendo esta constituída pela ligação entre o rádio, o úmero e o cúbito. Nesta articulação a parte inferior do úmero tem a forma de pêra com uma cavidade circular na base que serve de encaixe fêmea ao cúbito que de forma pivotante se movimenta num eixo transversal imaginário que atravessa estas duas partes ósseas. As regiões mais próximas da pele são para o úmero, a lateral e medial epicondyle, para o cúbito o olecranon.

A delimitação destas zonas que acabamos de descrever, que na Figura 104 se encontra na cor vermelha, são então as regiões ósseas na articulação do cotovelo que o pad de proteção deverá circundar. O conforto do utilizador na execução do movimento pivotante desta articulação deverá ser preservado no desenvolvimento da geometria do pad.

C
Elbow joint

Bone formation:

Connect the radio to the humerus and the ulna.

Areas to be protected:

- A. Humerus
- B. Lateral epicondyle
- C. Medial epicondyle
- D. Olecranon
- E. Ulna

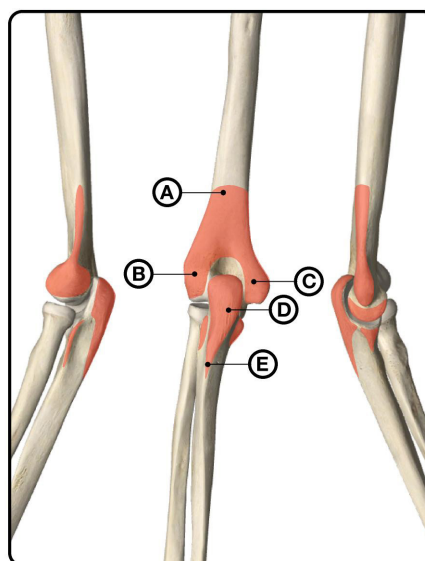


Figura 104 Análise da articulação do cotovelo por formação óssea e delimitação de áreas a serem protegidas.

11.2.5 Planificação das zonas de delimitação

Depois de identificadas e delimitadas as zonas de proteção para cada articulação, o passo seguinte consiste na planificação e geometrização dessas zonas para obtenção de uma forma orgânica mimetizada da articulação do cotovelo, que possa ser reproduzida numa malha 3D maleável e, que se ajuste ao corpo do utilizador, protegendo a articulação de forças de impacto ao mesmo tempo que permite a liberdade e conforto na realização dos movimentos característicos dessa articulação.

Para a articulação do cotovelo foram feitas 9 iterações na forma do pad, essas iterações iniciaram com as zonas de delimitação da articulação e finalizaram numa forma geométrica que mimetiza essa articulação.

Na Figura 105 estão demonstradas as 9 iterações realizadas na obtenção dessa forma. O primeiro passo consiste em isolar a delimitação da articulação do modelo (imagem do esqueleto) resultando a representação gráfica das zonas a proteger vistas de frente e duas laterais. A segunda iteração consiste em transformar a forma obtida numa outline editável. Posteriormente inserem-se planos geométricos na forma, tentando obter uma ordem formal, sendo esta a terceira iteração. No caso da articulação do cotovelo foram utilizados essencialmente círculos para delimitação das formas. A quarta iteração consiste no desenho das uniões entre as figuras circulares da etapa anterior, de forma a conseguir uma forma

geométrica simétrica e que traduza a componente funcional e formal das zonas ósseas que se pretendem proteger. A quinta e a sexta iterações são a continuação do desenvolvimento da anterior: o desenho das uniões entre as figuras circulares. Na sétima iteração uniram-se simetricamente as duas formas obtidas para a proteção do úmero e do cúbito, obtendo a primeira versão da geometria mimetizada para o pad. A oitava iteração consistiu no refinamento da geometria obtida, através do aumento da área de proteção com uma forma elíptica. A nona e última iteração, consistiu na subtração de duas elipses: uma na parte superior do pad e outra na inferior com o intuito de libertar material para a dobragem do pad em contacto com o braço e o cotovelo.

Finalizado este processo de mimetismo geométrico da articulação do cotovelo, obtivemos uma forma constituída por duas entidades, uma superior mais alongada para proteção do humerus, tendo na sua base duas orelhas para proteção da lateral e medial epicondyle e no centro da base uma cavidade para encaixe da entidade inferior. Esta por sua vez apresenta uma forma menos alongada do que a superior, mas tem também duas saliências laterais para proteção do olecranon e da cabeça do rádio.

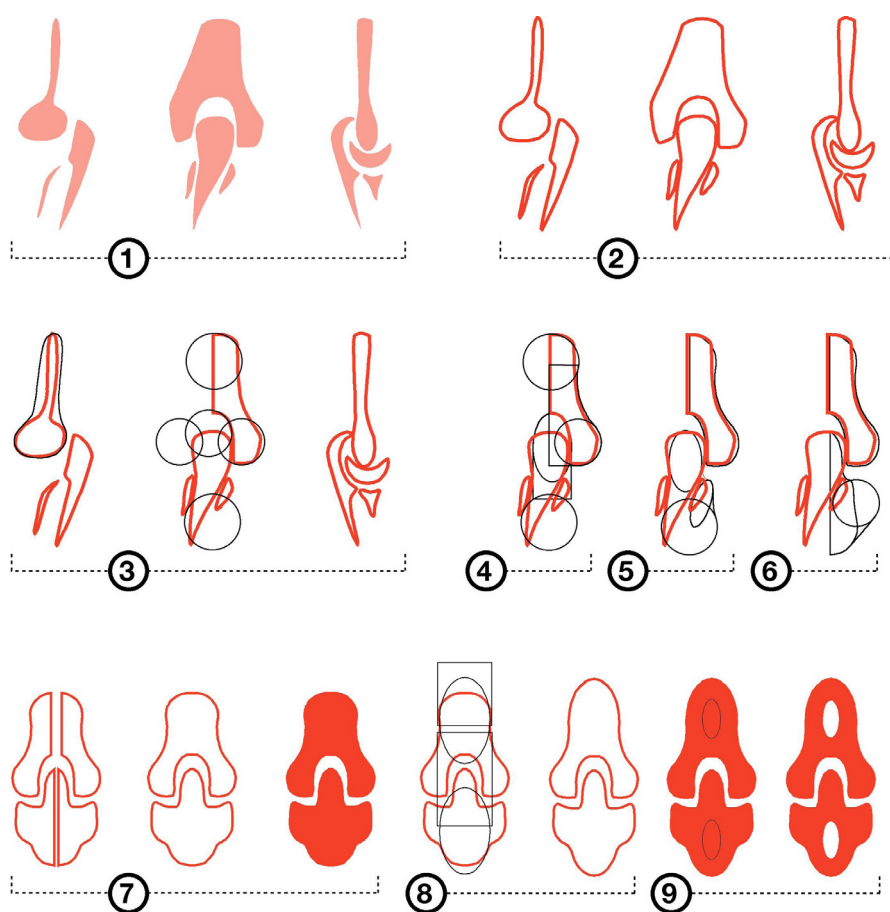


Figura 105 Processo de mimetismo da articulação do cotovelo, por meio de elementos geométricos sobrepostos na geometria de proteção.

11.2.6 Aplicação do “padometer” num modelo anatómico do cotovelo

Obtida a forma mimetizada da articulação do cotovelo para o pad de proteção, o passo seguinte no modelo proposto, consiste na aplicação de um utensílio de medição e dimensionamento de pads, com o objetivo de dimensionar as proteções à escala do cotovelo humano.

Surgiu então a necessidade de um instrumento de medição antropométrica capaz de se moldar e fixar à superfície do corpo, acompanhado de uma escala de medição no sentido vertical e horizontal. Perante esta necessidade desenvolvemos o padometer (Fig. 106), uma ferramenta, ainda em desenvolvimento, que permite efetuar medições no corpo humano no sentido dos eixos x e y. Permite também a sua fixação ao corpo, para medição mais fidedigna, através de uma componente adesiva na face oposta à da escala de medição (Fig. 107). A necessidade de executar medições perpendiculares, no sentido vertical e horizontal e, que se iniciem de um ponto 0,0 central ao utensílio, originou que a escala de medição esteja representada no padometer do ponto 0,0 aos 130 mm (sentido longitudinal duas vezes 260 mm) e três vezes no sentido transversal desde os pontos 0,0 até aos 65 mm.

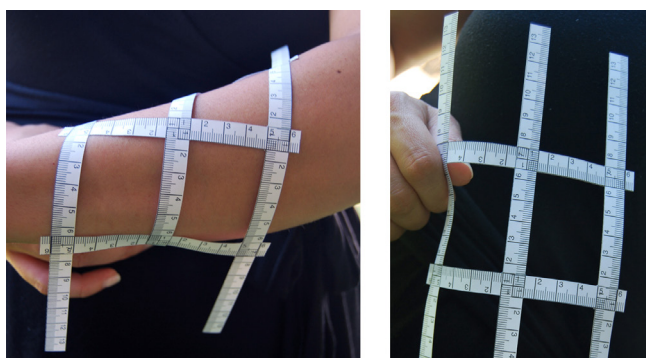
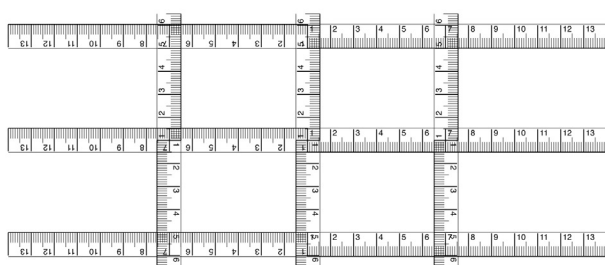


Figura 106 Padometer, ferramenta adesiva de medição antropométrica que se adapta à superfície do corpo humano, ideal para o dimensionamento pads de proteção.



Depois de desenvolvido o instrumento de medição e dimensionamento de pads (padometer), procedeu-se à sua aplicação no cotovelo de um manequim (Fig. 107). Colocamos o ponto 0,0 no centro do olecranon e dispusemos no sentido longitudinal o padometer paralelo ao úmero e ao cúbito, no sentido transversal colocamos os três pontos de medição que se encontram perpendiculares ao dois ossos referidos, na Figura 107 podemos ver a demonstração da colocação do padometer.

Depois de dimensionado o pad de proteção para a articulação do cotovelo, foi impressa em cartão a geometria na escala de 1:1, foi recortada a sua forma obtendo assim um protótipo formas do pad de proteção. O objectivo deste primeiro protótipo foi o de testar num manequim (modelo inerte da articulação do cotovelo) o dimensionamento do pad, assim como, a adequação da geometria ao corpo e às zonas que se pretendem proteger (Fig. 109).

Neste primeiro protótipo observamos que a geometria da peça superior do pad (destinada à proteção do úmero e da medial e lateral epicondyle) tem as dimensões e forma ajustada a essa zonas ósseas. Contudo, no caso da peça inferior o comprimento total poderá ser curto em relação à zona de protecção pretendida. Neste caso poderá ser necessário um redimensionamento da peça inferior do pad. Outro aspecto que suscitou algumas dúvidas à equipa de desenvolvimento foi o espaço livre, sem proteção, deixado pela geometria do pad na zona pivotante destinada à articulação do cotovelo.

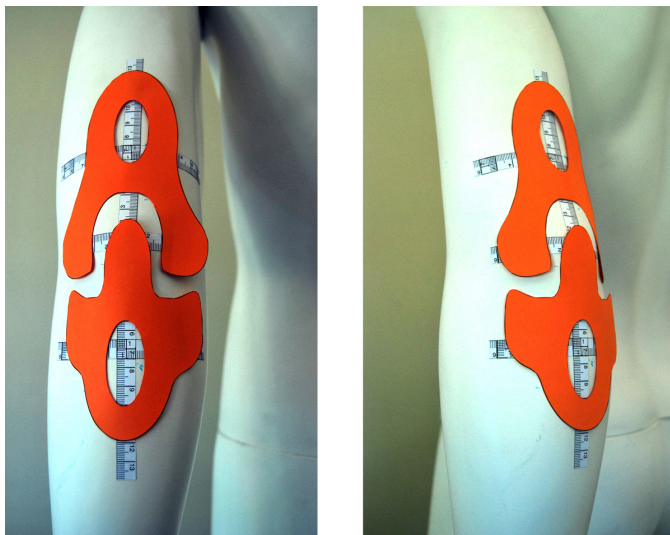


Figura 109 Verificação do dimensionamento e geometria do pad de proteção para o cotovelo esquerdo, através da aplicação do padometer num modelo de braço inerte e de um protótipo de cartão com a geometria do pad de proteção.

11.2.8 Correções dos planos e validação com utilizadores reais

Após a verificação das dimensões do pad de proteção num modelo inerte (manequim) e tendo em consideração as dúvidas relativas à sua geometria que podem pôr em causa a função de protecção junto do olecranon, assim como, o conforto do movimento pivotante junto da articulação do cotovelo. O passo seguinte do modelo de desenvolvimento bio-inspirado foi a validação da geometria do pads junto de utilizadores reais.

Tal como no capítulo 11.2.6, o primeiro passo foi a colocação do padometer na zona de protecção da articulação do cotovelo junto de um modelo humano real. A Figura 110 ilustra esse passo de colocação em três posições que refletem o movimento pivotante da articulação do cotovelo: braço a 180°, braço a 45° e a 90°.

Após a aplicação do padometer no cotovelo do utilizador real, procedeu-se à colocação do protótipo de cartão do pad no mesmo local onde foi colocado no cotovelo do manequim

(Cap. 11.2.7). Solicitou-se ao utilizador que na posição lateral executasse o movimento pivotante do cotovelo com o protótipo colocado (Fig. 111). O movimento partia de ângulo de 155° entre o úmero e o rádio, finalizando num movimento respeitante a um ângulo de 45° . Para um maior detalhe da observação foram registados dois movimentos intermédios, um a 120° e outro a 90° .



Figura 110 Padometer aplicado num modelo de braço real para o dimensionamento e teste do pad de proteção do cotovelo.

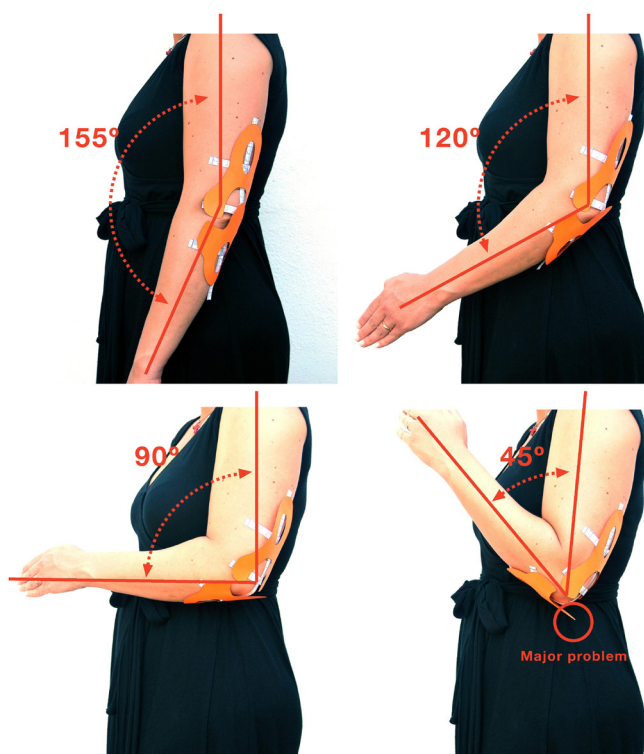


Figura 111 Verificar o dimensionamento e a geometria do pad de proteção para o ombro esquerdo, através da aplicação do padometer num modelo braço real e com a geometria de cartão do pad de proteção.

Os principais outputs que a equipa de desenvolvimento retirou destes registos foram de dois tipos:

- Validação geometria na superfície de proteção da articulação. Neste ponto a peça superior do pad apresenta uma geometria mais ajustada à área óssea que se pretende proteger. O mesmo não aconteceu com a peça inferior, pois a saliência superior da peça destinada à proteção do olecranon apresenta um deslocamento descendente expondo a zona que se pretende proteger a impactos que possam derivar de quedas.
- Validação da geometria durante o movimento pivotante da articulação. Neste caso a geometria da peça superior do pad também teve um comportamento mais regular durante todo o movimento não interferindo no conforto do utilizador. O mesmo se passou com a peça inferior, embora tal como referido no ponto anterior, a saliência para proteção do olecranon possa interferir na liberdade do movimento.

Com vista a proceder a melhorias na geometria e, com base nos outputs descritos, regressamos ao capítulo 11.2.5 e repetimos o processo a partir da geometria final do pad de proteção. Na Figura 112 está representado os resultados obtidos com esse processo. A solução encontrada passou pela separação da extremidade do pad inferior para uma terceira peça independente respeitando a forma elíptica inicial. A peça inferior foi eliminada e substituída de forma simétrica pela peça superior, esta alteração deve-se ao melhor desempenho nos dois tipos de registos realizados com o utilizador real. Desta maneira também conseguimos que mesmo com a inclusão de uma nova peça (proteção do olecranon) o pad mantivesse somente duas peças diferentes, poupando nos custos de produção e evitando maior desperdício de material.

Por fim a última versão do pad foi novamente colocada sobre o padometer para revisão e validação das dimensões (Fig.112) a largura aumentou para os 135 mm e o comprimento para os 295 mm.

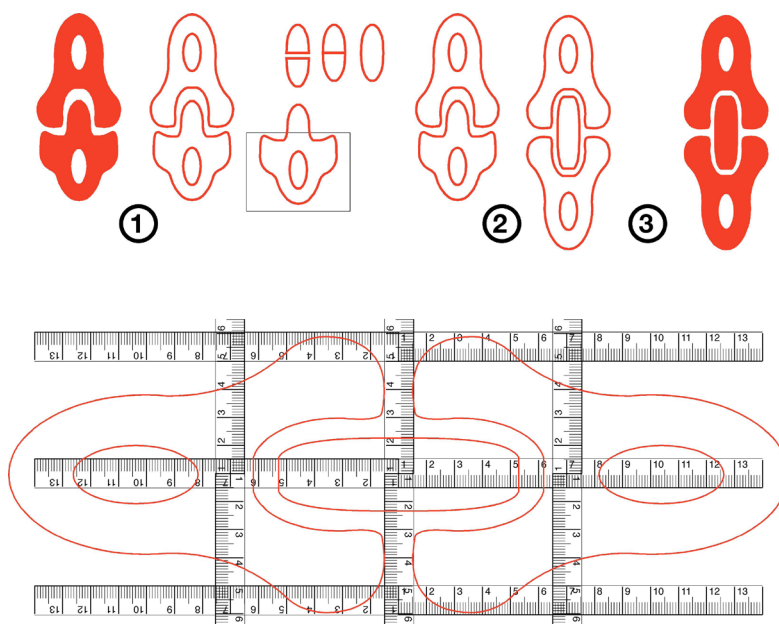


Figura 112 Geometria do pad do cotovelo melhorada conjunta e dimensionamento no padometer da geometria.

11.2.9 Desenhos CAD e modelação 3D dos pads

O último passo do modelo proposto consiste na realização de desenhos CAD e modelos 3D da última versão das geometrias obtidas para os pads de proteção. Este passo tem como objetivo a verificação das dimensões das geometrias de forma bi e tridimensional, assim como da sua simulação num modelo 3D dos movimentos convexos longitudinais e transversais das zonas destinadas à proteção das diferentes partes ósseas.

No caso do pad de proteção do cotovelo foi exportada a geometria obtida na Figura 112 para um software CAD (Fig. 113). Com base nos outputs do capítulo 11.2.8 a geometria sofreu aumento da sua largura, para que as saliências de protecção das peças inferior e superior cobrissem uma maior área. Toda a geometria foi redesenhada de forma a uniformizar os elementos geométricos que a constituem em círculos, arcos e rectângulos.

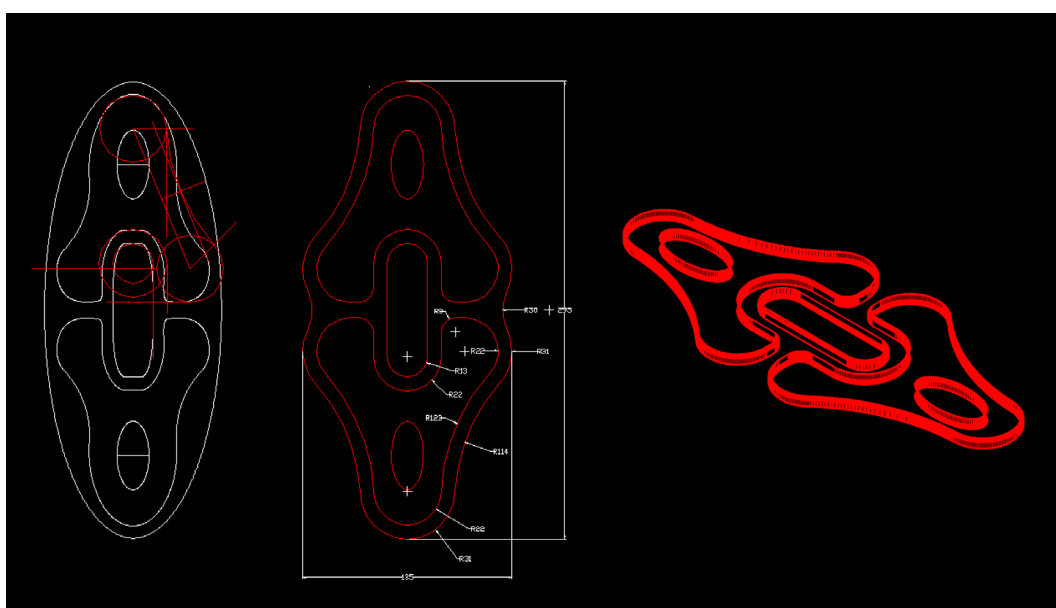


Figura 113 Desenho CAD com a geometria do pad de proteção planificado.

Após o desenho final bidimensional, a geometria foi transformada numa peça tridimensional com 7 mm de espessura (dimensão correspondente à espessura da malha 3D que será usada nos pads de protecção). Na Figura 114 podemos ver a geometria tridimensional criada, a sua espessura e um modelo convexo da geometria nos eixos longitudinal e transversal.

A Figura 114, como referimos, mostra o pad de proteção do cotovelo na sua forma planificada e em uma das suas formas convexas. A forma da geometria permite que esta se adapte a diferentes morfologias de braços. A Figura 115 ilustra quatro dessas morfologias possíveis, mas exclusivamente no eixo longitudinal. Este exercício serviu para verificar que a forma desenvolvida não entra em conflito com as diferentes partes no seu ajuste com os diferentes perímetros de braços dos utilizadores.

Após simulação da convexidade longitudinal através do modelo 3D, o passo seguinte consistiu em atribuir uma forma convexa no sentido transversal do pad. Na Figura 116 podemos ver uma simulação da forma final do pad de proteção do cotovelo. As duas peças de proteção simétricas (superior e inferior) quando moldadas à superfície de contacto com o cotovelo são dobradas nos sentidos longitudinal e transversal do pad tapando a área de contacto das zonas ósseas que se pretendem proteger, permitem também a liberdade de movimentos típica desta articulação e consequentemente maior conforto no seu uso. A peça central do pad, com os movimentos da articulação, é dobrada no sentido longitudinal do pad e serve para proteção do olecranon. Os espaços sem material que se encontram entre as peças superior, inferior e central, assim como a forma elíptica nas extremidade das peças simétricas tem a finalidade de permitir que o pad se ajuste sem deformações de maior ao cotovelo e permitem uma maior dissipação de forças de impacto provenientes de quedas.

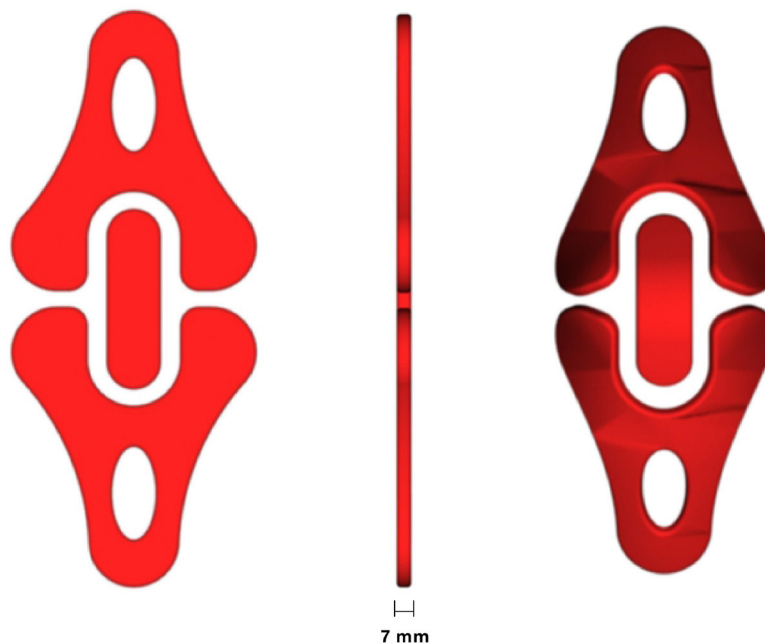


Figura 114 Modelo 3D da geometria planificada do pad do cotovelo com 7 mm de espessura e o modelo com ajuste convexo à articulação.

A principal vantagem do processo de design bio-inspirado, no desenvolvimento de proteções para as principais regiões osteoarticulares, é a obtenção de geometrias para pads de proteção que se encaixam no corpo e permitem os movimentos típicos dessas regiões, bem como a correcta identificação das áreas ósseas produzindo uma forma mais adaptada.

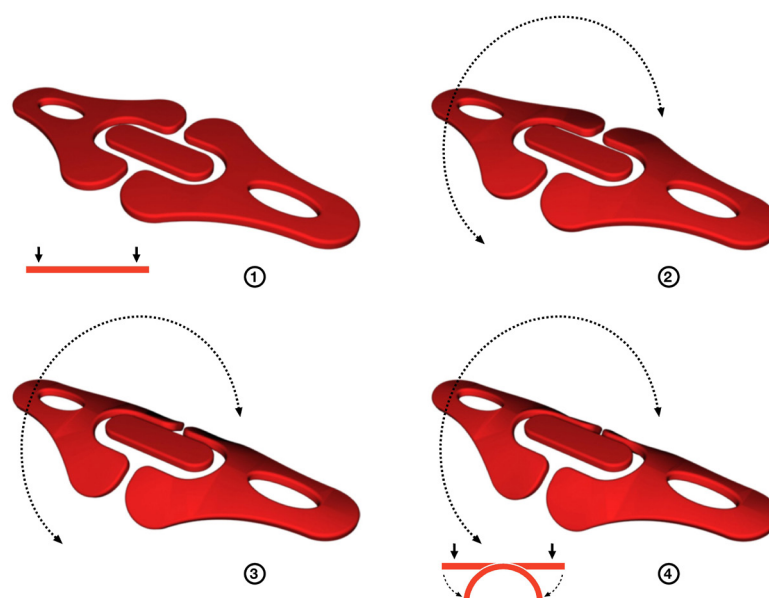


Figura 115 Modelos 3D da geometria do pad do cotovelo que ilustra quatro posições convexas no eixo longitudinal para adaptar às diferentes dimensões dos braços.

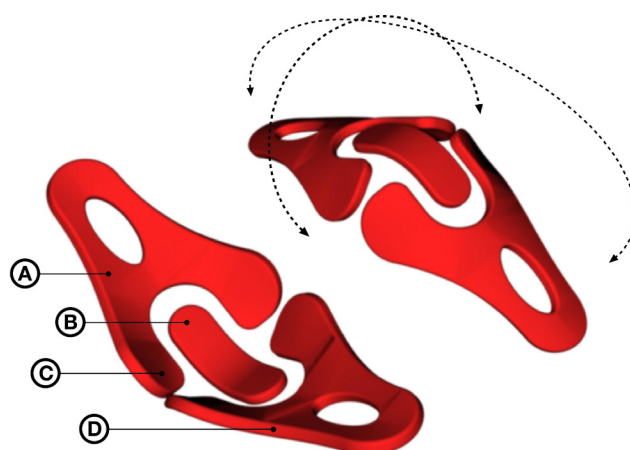
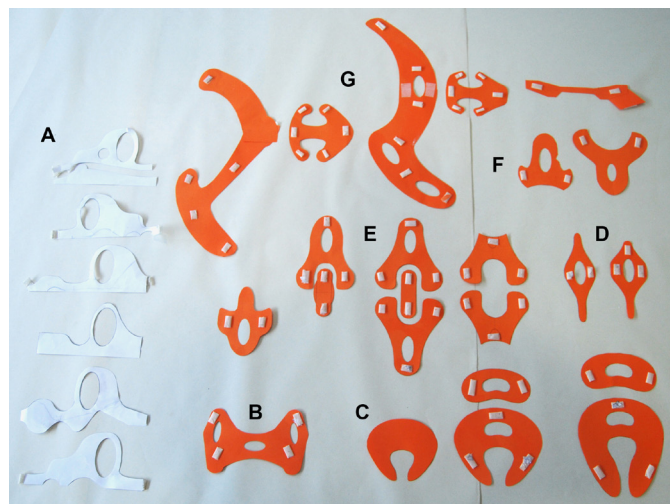


Figura 116 Modelos 3D da geometria do pad de proteção do cotovelo com a dobragem nos eixos longitudinal e transversal. Zonas de proteção: (A) úmero, (B) olecranon, (C) lateral epincondyle, (D) rádio.

O processo foi aplicado a todas as articulações identificadas no Capítulo 11.2.3, Figura 103, e a geometria dos pads foi otimizada através de vários protótipos. Na Figura 117 podemos ver alguns dos protótipos em cartão com a evolução e melhoria das geometrias dos pads de proteção. As geometrias mais optimizadas no final do processo podem ser vistas na Figura 118 aplicadas num manequim nas respectivas zonas que se pretendem proteger. Após a validação das geometrias foram feitos os desenhos finais CAD correspondentes à planificação de todos os pads de proteção (Figura 119). As geometrias estão dispostas na figura por ordem de colocação, em duplicado, para aplicação na direita e na esquerda do corpo, com exceção do pad para proteção do sacro que é uma só unidade. Na parte superior temos duas geometrias que se destinam à proteção de toda a região do ombro; abaixo destas encontra-se a geometria para proteção do cotovelo e da anca; no meio das duas está a geometria de proteção do sacro e ao lado da geometria de proteção da anca está a geometria para o punho, as duas últimas correspondem aos pads do joelho e do tornozelo.

Figura 117 Protótipos em cartão com a evolução e melhoria das geometrias dos pads de proteção. (A) proteção do punho e mão, (B) proteção do tornozelo, (C) proteção da anca, (D) proteção do sacro, (E) proteção do cotovelo, (F) proteção do joelho, (G) proteção do ombro, clavícula e omoplata.



Após o desenvolvimento da geometria dos pads de proteção, estes foram colocados no desenho da plataforma final com o intuito de identificar o correto posicionamento na plataforma desenvolvida no Capítulo 11.1. Na Figura 120 está ilustrado esse processo de colocação dos pads. Nas duas primeiras imagens podemos ver o modelo com a plataforma superior (camisola) e inferior (calças) vestida e a geometria final dos pads planificada e devidamente identificada. A última imagem ilustra a plataforma com os pads de protecção aplicados nas respectivas zonas que se pretendem proteger, fazendo uma previsualização geral do resultado final da plataforma com os pads de protecção.

Tal como na conceção e desenvolvimento da plataforma de proteção (Capítulo 11.1), a equipa de desenvolvimento decidiu que era necessário a construção de protótipos dos pads de proteção para aplicação na plataforma. A primeira pergunta que a equipa se colocou foi:

- Qual o material mais apropriado para aplicar no protótipo dos pads de proteção?



Figura 118 Protótipos em cartão com as geometrias finais dos pads de proteção aplicados num manequim.

Como já referido, na plataforma foi usada uma malha de microfibra para a construção do protótipo final, malha essa que saiu do catalogo da empresa Fernando Valente & CA S.A. Para os pads de proteção o material deveria também ser uma opção da Fernando Valente, uma malha que a empresa consiguésse produzir e comercializar. Esse material deveria ser respirável, flexível e capaz de dissipar a energia proveniente de uma queda, contribuindo para a diminuição da probabilidade de ocorrência de lesões. A escolha recaiu sobre uma malha 3D 100% poliéster, com uma gramagem de 400 g/m², 7 mm de espessura e com a referencia de catalogo nº 892-3303. O capítulo seguinte fará uma descrição mais detalhada sobre esta malha 3D, assim como, do processo de aplicação dos pads na plataforma para construção de um protótipo funcional.

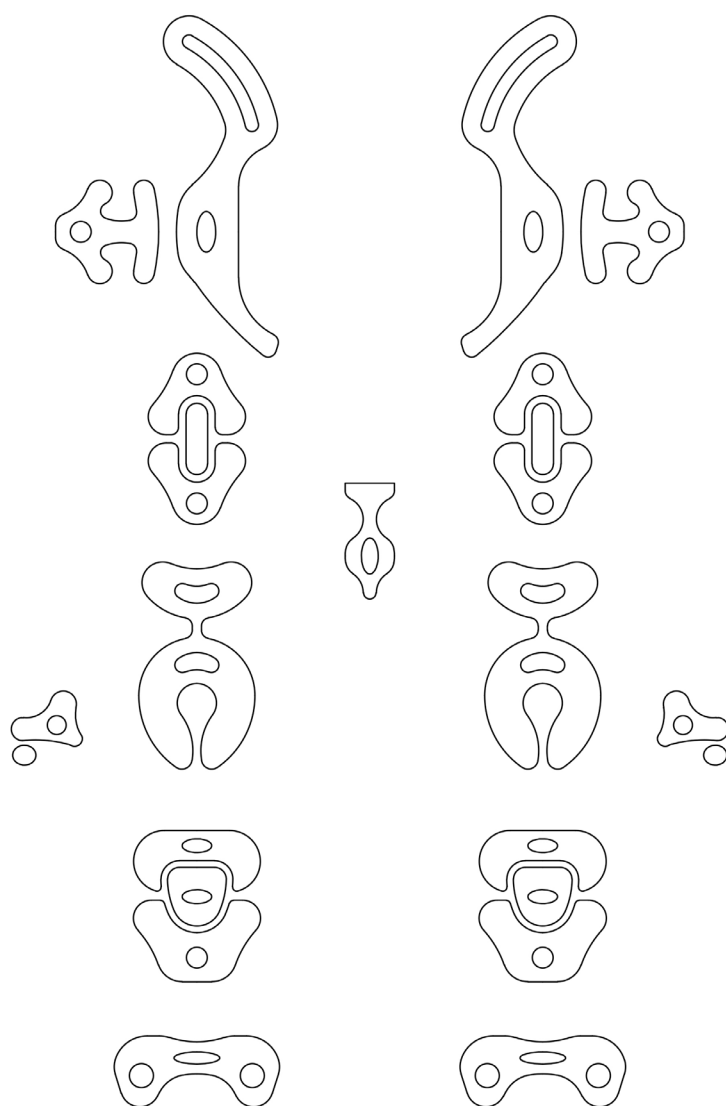


Figura 119 Desenhos finais das geometrias para os pads de proteção.

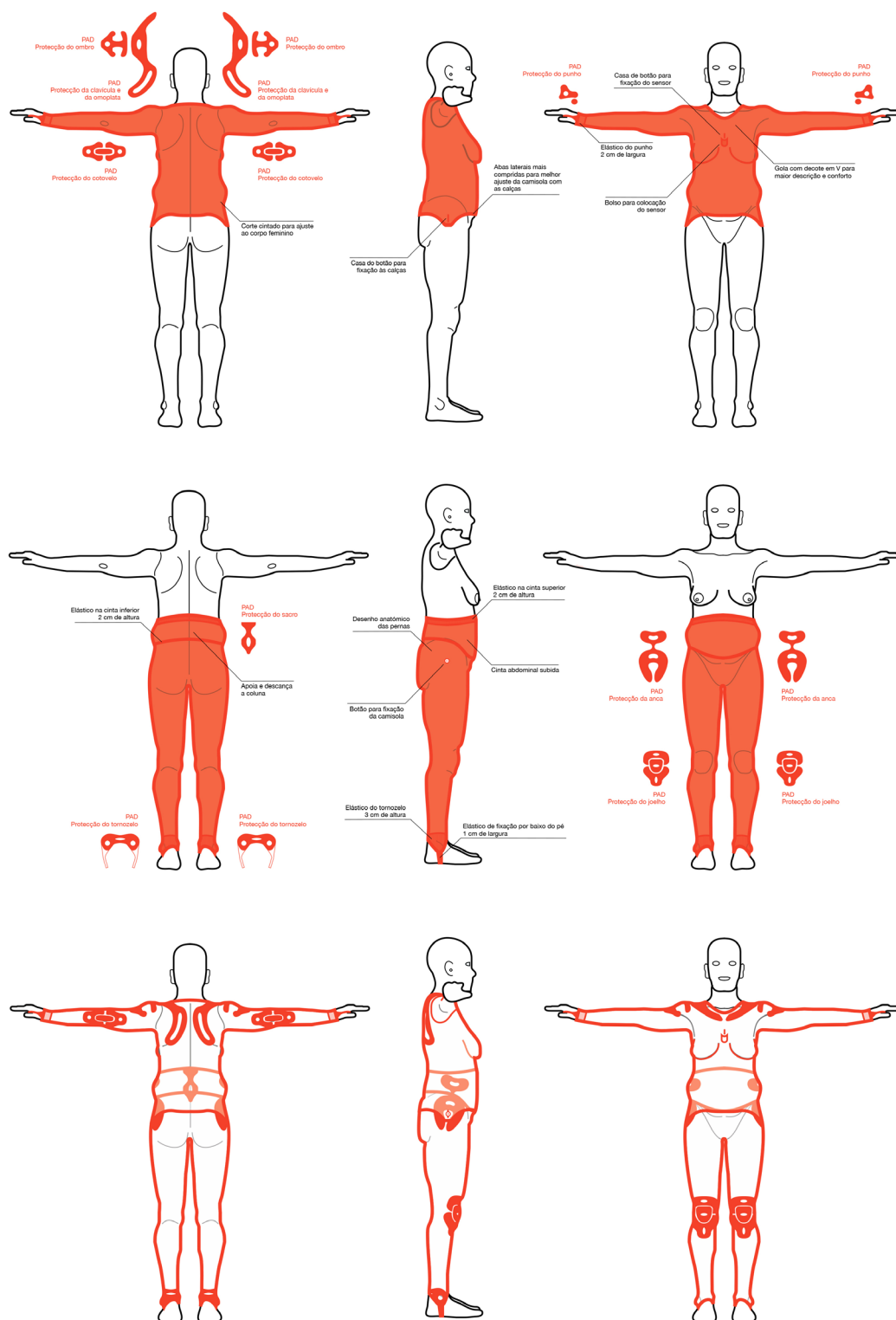


Figura 120 Ilustração das geometrias finais dos pads de proteção aplicados da plataforma superior (camisola) e inferior (calças).

11.3 Desenvolvimento da malha 3D e aplicação dos pads na plataforma

Como referimos no capítulo anterior, a malha escolhida para construirmos os protótipos dos pads de proteção incidu sobre uma malha 3D. Este material tem esta designação devido a ter uma espessura mais acentuada do que as malhas convencionais e a um processo de fabrico que coloca as fibras no eixo dos x e do y mas também no eixo do z, o que permite que a espessura da malha possa ser controlada. O objetivo deste capítulo é descrever as experiências que a equipa de desenvolvimento efetuou neste material de forma a melhorar as suas propriedades de dissipação das forças de impacto provenientes de uma queda. Tem também como objetivo, a descrição do processo de colocação dos pads de proteção na plataforma, através de uma técnica que se recorre da utilização de costuras coladas.

11.3.1 Malha 3D embebida com o termo-endurecível silicone

A escolha do material de proteção recaiu numa malha 3D que se insere dentro do catálogo de produtos da empresa Fernando Valente & CA S.A. As suas fibras dispostas no eixo do z proporcionam uma espessura de 7 mm que quando sujeitas à compressão deformam no sentido da força aplicada, voltando ao seu estado inicial após a força deixar de ser aplicada, proporcionando um efeito tipo mola. Contudo, o efeito de dissipação de energia após a realização de um ensaio de compressão à malha (ensaio realizado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no Departamento de Mecânica, e que não será aqui descrito pois ultrapassa o âmbito deste trabalho, para saber mais sobre estes ensaios poderá ser consultado o artigo Marques et al., 2014, submetido à revista Accident Analysis & Prevention e que se encontra para revisão) atingiu valores muito longe do desejado para um material que será utilizado como pad de proteção ao impacto. Embora os resultados tivessem ficado aquém do esperado, a malha 3D apresentava-se com enorme potencial quer ao nível do seu peso, flexibilidade e capacidade de ser respirável, o seu único problema no imediato era mesmo o facto de o seu comportamento à compressão não ser o mais indicado. Desta forma a equipa de desenvolvimento colocou a seguinte questão:

- Como podemos melhorar as propriedades de compressão da malha 3D?

Como resposta à pergunta, a equipa sugeriu que se podia dar uma banho na malha com um material polimérico que aumentasse a resistência ao impacto, como é o caso do silicone. A ideia parecia promissora e passou-se para uma fase de teste laboratorial para que a ideia pudesse ser testada. Para isso recorreu-se à colaboração do Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI) na secção de materiais compósitos para a realização destas experiências. Esta secção tem uma vasta experiência na moldação em vácuo em cavidades de silicone e possuiu nas suas instalações, uma máquina para vazamento de resinas em vácuo que permite que o silicone numa primeira fase de cura se agarre às fibras.

A primeira ideia para se conseguir banhar a malha com silicone consistia em usar uma pistola de ar comprimido com reservatório e com a qual se pulverizava a malha com o silicone. Contudo, foram identificados dois problemas que inviabilizaram esta ideia: o primeiro foi que a viscosidade do silicone não permite que seja aplicado por uma pistola de ar comprimido, pois o material dificilmente passaria pelo canal, podendo mesmo iniciar o processo de cura dentro da pistola; o segundo foi a dificuldade de que o silicone se fixasse às fibras sem um primeiro momento de cura em vácuo.

A segunda ideia, consistiu em mergulhar pequenos provetes de malha 3D num reci-

piente estanque e onde se encontrava uma camada de silicone com cerca de 8 mm de altura. Depois de mergulhada a malha no silicone, e de esta se encontrar totalmente submersa, era colocada na câmara de vácuo para uma cura inicial de alguns segundos. Posteriormente a malha era retirada do vácuo e colocados os provetes a curar pendurados na vertical. Na Figura 121 encontram-se as seis experiências efectuadas com silicones de diferentes durezas, com diferentes tempos de cura e, em dois dos provetes, com a aplicação de um solvente.

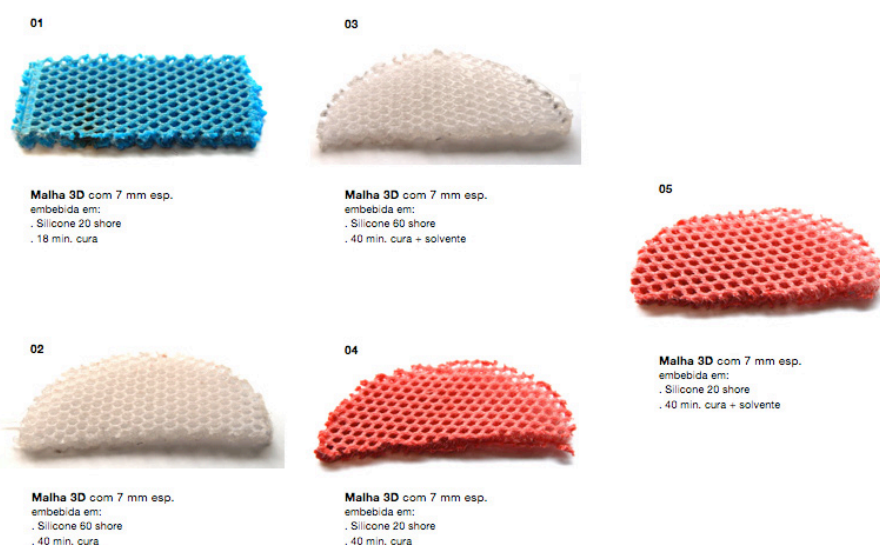


Figura 121 Experiências de embeber silicone com diferentes tempos de cura e durezas na malha 3D.

As seis experiências realizadas nos provetes de malha 3D foram evolutivas de acordo com as características esperadas para a aplicação da malha nos pads de protecção, como a leveza e a flexibilidade do material. Os três primeiros provetes revelaram-se bastante pesados e com uma flexibilidade reduzida, inviabilizando a sua aplicação nos pads de protecção. O quarto provete, com um silicone de 20 shore e um tempo de cura de 40 minutos revelou-se bastante flexível mas com um peso bastante elevado, para diminuir o peso da malha, o quinto provete foi realizado com um silicone também de 20 shore e com 40 minutos de cura, a diferença neste provete foi a adição de um solvente para que o material ficasse mais diluído, diminuindo assim o seu peso quando aplicado na malha. Este último provete foi o que reuniu um maior consenso pela equipa de desenvolvimento para futura aplicação nos pads de protecção.

11.3.2 Costuras coladas aplicadas na malha de microfibras

Na construção do protótipo da plataforma (Capítulo 11.1.7) foi referida a utilização de costuras coladas no protótipo da camisola e das calças. Como também referimos, a confecção destas peças não foi totalmente realizada com este tipo de costuras, a união da manga às costas e à frente, devido à geometria curva que esta união apresenta, impossibilita o uso de costuras coladas a quente. No entanto, nas geometrias de união menos curvas as

costuras coladas revelaram-se como uma opção que possibilita maior conforto ao utilizador devido à quase invisibilidade da costura, sendo esta pouco intrusiva. No capítulo da construção do protótipo da plataforma, não se fez referência a esta técnica de confecção, contudo, como a fixação dos pads de protecção à plataforma vai também recorrer a este tipo de costuras, a equipa de desenvolvimento colocou as seguintes perguntas:

- As costuras coladas a quente podem ser usadas em malha de microfibras de elastano e poliéster?
- Como podemos embeber as geometrias dos pads de protecção com a malha de microfibras através de costuras coladas a quente?

Como resposta à primeira pergunta a equipa, com a colaboração do CITEVE, testou o uso de costuras coladas na malha de microfibras. Na Figura 122 estão documentados fotograficamente os testes realizados. O objectivo deste teste foi o de validar que este tipo de malha possibilita ser unido com estas costuras, sem no entanto deformar, ou alterar as características da malha quando exposta a uma temperatura de cerca de 130°. As primeiras seis imagens demonstram o processo de colagem, desde a aplicação do transfeire adesivo e sua prefixação à malha recorrendo a um ferro quente, retirar a película de papel do transfeire para colocação da peça superior de malha, colocação das peças na base de uma prensa quente e colar durante 20 segundos, a 2 bar de pressão, com uma temperatura de 130° C. O resultado dos testes podem ser vistos na última imagem onde se encontram as diferentes malhas de microfibras com gramagem e acabamentos diferentes coladas. Este processo não danifica a malha e a equipa de desenvolvimento concluiu que o pode usar na confecção da plataforma e na fixação dos pads de protecção.

Como resposta à segunda pergunta a equipa de desenvolvimento elaborou uma técnica de colagem dos pads à plataforma que descreveremos em detalhe no capítulo seguinte.



Figura 122 Testes para a realização das costuras coladas na microfibra de elastano e poliamida.

11.3.3 Processo para aplicação dos pads de proteção na plataforma

Após ter sido validado que a malha com microfibras de elastano e poliéster pode ser colada a quente sem danificar a sua estrutura e propriedades de elasticidade, o passo seguinte consistiu na procura de resposta à segunda pergunta colocada no capítulo anterior. A questão centra-se em como embeber os pads de proteção através da malha de microfibra na plataforma, ou seja, qual o melhor processo para se colocar os pads nas respetivas zonas que se pretendem proteger através da utilização das costuras coladas a quente. Este capítulo tem como objetivo descrever o processo, desenvolvido pela equipa, para a aplicação dos pads de proteção na plataforma recorrendo ao tipo de costuras já descritas.

A primeira consistiu na aplicação na plataforma de bolsos de trespasse onde seriam colocados e retirados os pads em malha 3D. A Figura 123 mostra um exemplo desses bolsos com a malha 3D inserida. Neste caso foi confeccionado um protótipo de um bolso com uma geometria simples rectangular, assim como simulado um pad de proteção em malha 3D com uma forma também rectangular, mas com menor área do que o bolso para que o pad possa ser inserido dentro do bolso. Com a confeção deste protótipo conclui-se que a solução do bolso de trespasse não é a mais eficaz devido uma série de fatores:

- A solução do bolso de trespasse quando aplicada às geometrias complexas dos pads trará dificuldade de definir a zona de colocação do trespasse.
- A peça da malha de microfibra que ficará na superfície superior do trespasse necessita de uma costura de acabamento, costura essa que prejudicará o conforto quando usada como segunda pele.
- Para que a colocação e o retirar dos pads de dentro dos bolsos possa ser feita com eficácia, os pads terão de ter uma área inferior à dos bolsos, este fator prejudica a proteção, pois com a diferença de áreas entre bolso e pad fica liberta uma área vazia que possibilita que o pad se desloque, saindo da zona de proteção ideal.

Neste contexto, a equipa de desenvolvimento idealizou uma solução de colocação dos pads, através da utilização de costuras coladas, que envolveu um processo que se encontra descrito na Figura 124. Esse processo consistiu na utilização de um cunho com a geometria

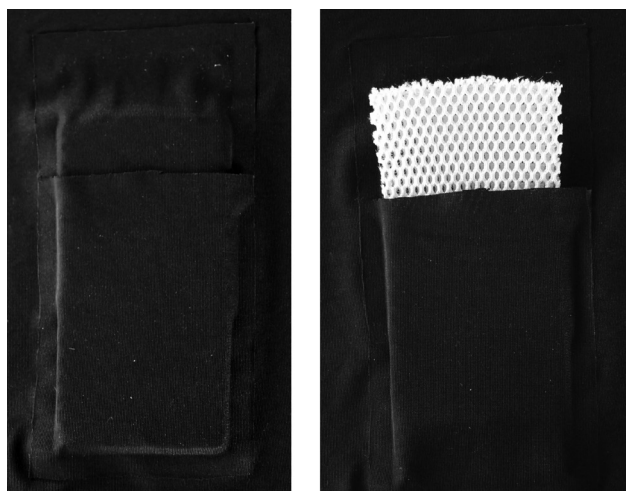


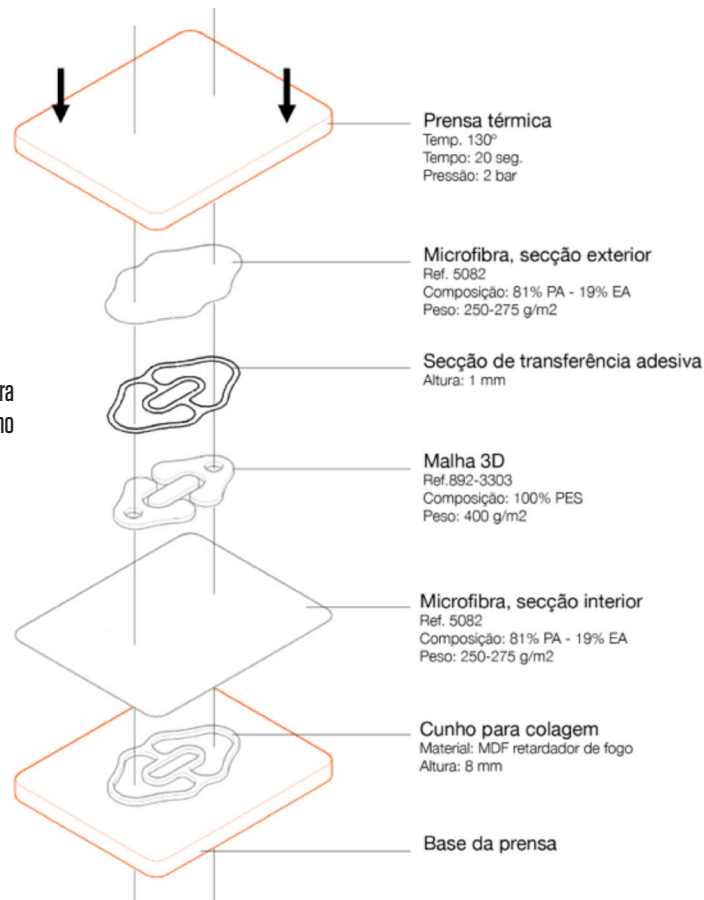
Figura 123 Protótipo do bolso de trespasse para colocação do pad de proteção em malha 3D.

interior e exterior da geometria que forma o pad e com uma altura de 8 mm, esta altura corresponde à espessura da malha 3D (7 mm) e um milímetro para a malha de microfibras. De seguida descreveremos esse processo de colagem.

O processo parte da utilização de uma prensa a quente constituída por uma base fixa e uma prensa superior térmica. Na base da prensa é colocado o cunho para colagem num material resistente à temperatura, por cima do cunho é colocada a malha de microfibras correspondente à plataforma. Posteriormente é colocada na cavidade do cunho a geometria do pad em malha 3D e a secção de transferência adesiva. O último componente consiste na colocação da secção exterior da malha de microfibras com a geometria exterior do pad de protecção. Nesta altura do processo, todas as peças estão colocadas nos respectivos locais e é então baixada a prensa térmica superior que pressionará o cunho contra a secção interior e exterior da malha de microfibras formando uma sanduiche que tem no meio a secção de transferência adesiva e que irá colar as duas secções da malha de microfibras e embebendo desta forma a malha 3D em todo o seu perímetro.

Esta solução que temos vindo a descrever foi bem recebida pela equipa de desenvolvimento, contudo, a necessidade de efectuar um teste prático deste processo tornou-se uma premissa para o validar. O capítulo seguinte descreve essa aplicação num protótipo para o pad de protecção do cotovelo.

Figura 124 Processo de colagem da microfibras a embeber a malha 3D recorrendo a um cunho de borracha.



11.3.4 Aplicação experimental do processo para o pad do cotovelo

Depois de idealizado o processo capaz de embeber os pads de proteção na malha de microfibras, o passo seguinte consistiu na aplicação experimental deste processo para o pad do cotovelo. O objetivo deste capítulo consiste em validar que o processo descrito é realizável e que poderá ser usado na aplicação dos pads na plataforma.

A Figura 125 ilustra em várias imagens a aplicação experimental, o primeiro passo foi a realização de todos os componentes necessários através do corte laser de todas as geometrias CAD, como o cunho para a colagem cortado em acrílico, a secção de transferência adesiva, que tem a mesma geometria do cunho, o corte da geometria do pad de proteção do cotovelo, assim como, um retângulo em malha de microfibras, que simulará a plataforma e por fim a secção exterior da malha de microfibras.



Figura 125 Componentes necessários de todas as geometrias para a realização do processo de colagem.

Após a realização de todos os componentes necessários à colagem, foi necessário recorrer a uma prensa térmica onde pudesse ser realizada a colagem dos componentes. Para isso recorremos a uma prensa hidráulica do Laboratório de Adesivos do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Esta prensa tem a particularidade de ter uma base fixa e uma placa inferior móvel, ou seja, é possível controlar a distância que a placa superior fica da base. Outra particularidade desta prensa é a possibilidade de escolher qual das bases se pretende aquecer, o que para o processo de colagem é bastante relevante pois só necessita de temperatura na placa superior.

Enquanto a prensa aquecia à temperatura de 130° C, temperatura na qual se realiza o processo de colagem da malha de microfibras (Capítulo 11.3.2), foram sendo preparados os componentes para a colagem. Nas duas primeiras imagens da Figura 126 podemos ver essa preparação, a colocação da malha de microfibras e a malha 3D sobre o interior do cunho para a colagem, e podemos também ver a pré-fixação da secção adesiva. Foi necessário recorrer a uns perfis em aço para fazerem peso sobre as malhas de forma a que ficassem inseridas no interior do cunho. Depois de preparados os componentes e aquecida a placa superior da prensa procedemos ao processo de colagem a quente, as imagens restantes da Figura 126 mostram o procedimento realizado, o aquecimento da prensa, a colocação dos componentes dentro da prensa, a temperatura e pressão da prensa e os componentes colados e retirados de dentro da prensa, sendo a última figura o resultado final obtido com o processo de colagem.

O resultado obtido foi bastante favorável, como se pode ver pela última imagem da Figura 126 e na Figura 127 o principal objetivo foi atingido, o processo idealizado no capítulo anterior para a aplicação dos pads de proteção na plataforma através de costuras coladas a quente resulta. Este processo será aplicado a todos os pads de proteção e possibilita que a malha 3D fique totalmente embebida na malha de microfibras evitando a deslocação dos pads com os movimentos do corpo. A Figura 127 mostra a aplicação do protótipo realizado para o pad do cotovelo aplicado num manequim e o pad planificado depois de colado.



Figura 126 Aplicação empírica do processo de colagem da microfibras a embeber malha 3D. Protótipo para o pad de proteção do cotovelo.





Figura 127 Protótipo do pad de proteção do cotovelo com a malha 3D embebida pela microfibras através de costuras coladas. Pad aplicado no cotovelo de um manequim.

11.4 Conceção e desenvolvimento do sensor de deteção de quedas

Este capítulo é o último da trilogia de conceção e desenvolvimento da plataforma de underwear; dos pads de proteção física; e do sistema de deteção de quedas, relativos ao conceito que temos vindo a descrever ao longo de toda a terceira parte deste trabalho. Antes de iniciarmos a descrição do desenvolvimento do sensor baseado numa metodologia inspirada em elementos, ações e atividades tradicionais, pensamos ser útil uma breve contextualização do todo o sistema. Na Figura 128 está ilustrado esse sistema e todos os intervenientes no processo de comunicação.

O sistema de comunicação é constituído por um sensor que é colocado na plataforma de proteção junto do corpo do utilizador sénior, com as funcionalidades de deteção de quedas e de monitorização do estado da bateria. Futuramente pretende-se adicionar outras funcionalidades ao sensor, como a monitorização de alguns sinais vitais (como por exemplo o ritmo cardíaco). O sensor sincroniza e comunica com o smartphone do utilizador através de Bluetooth 4.0 e toda a interface é feita com recurso a uma aplicação para o sistema Android, prevê-se também para um futuro próximo que a aplicação possa correr no sistema IOS da Apple. As principais funcionalidades da aplicação são a sincronização com o sensor e, através de um login e password, o utilizador pode configurar o alerta de queda, em especial os contactos que pretende que recebam o alerta. Outras das funcionalidades da aplicação é o acesso a todo o histórico de eventos de queda, sejam eles positivos, ou negativos, assim como a visualização do estado da bateria do sensor.

No caso da ocorrência de um evento de queda o sensor deteta-a e emite um sinal para o smartphone que por sua vez envia uma mensagem via short message service (SMS) para o contacto pré-seleccionado a alertar que o utilizador caiu. Juntamente com a mensagem de alerta de queda, o contacto recebe também as coordenadas com a localização geográfica do utilizador para uma assistência mais rápida e eficaz. Juntamente com a aplicação para smartphone o sistema comunica com um web site alojado num servidor na cloud. Este servidor tem como funcionalidades o envio de relatórios de queda e a sincronização dos contactos para o web site. As funcionalidades do web site são o registo do perfil do utilizador, o armazenamento e possibilidade de consulta do histórico de eventos, assim como, a monitorização do estado da bateria do sensor e está previsto para uma versão futura o registo do historial médico do utilizador sénior.

Como descrevemos, a Figura 128 apresenta um resumo do processo de comunicação e os intervenientes nesse processo. Contudo é de referir que o processo de desenvolvimento do sensor que será descrito durante este capítulo só está focado na caixa do sensor, na geometria, na placa de circuitos impressos e na interface gráfica da aplicação. Neste contexto o objectivo deste capítulo consiste no desenvolvimento formal, ergonómico e funcional da caixa que cobrirá a placa de circuitos impressos, assim como, da geometria da placa de circuitos impressos e da disposição na placa dos diferentes componentes electrónicos (microprocessador, acelerómetro, bateria, módulo de comunicação, etc). O desenvolvimento da toda a electrónica, ao nível do software e hardware necessários ao funcionamento do sistema, pode ser consultado nos artigos apresentado na CISTI 2013 (Terroso et al., 2013) e num outro submetido à IEEE Sensors (Freitas et al., 2014). Nestes artigos encontra-se descrito todo o conceito para o sistema de detecção de quedas, de localização geográfica do utilizador no caso da ocorrência de um evento de queda, o sistema de comunicação entre o sensor, smartphone, prestador de cuidados ou familiar e um portal na web, assim como, todo o desenvolvimento técnico, de programação e de teste para validação do funcionamento do sistema.

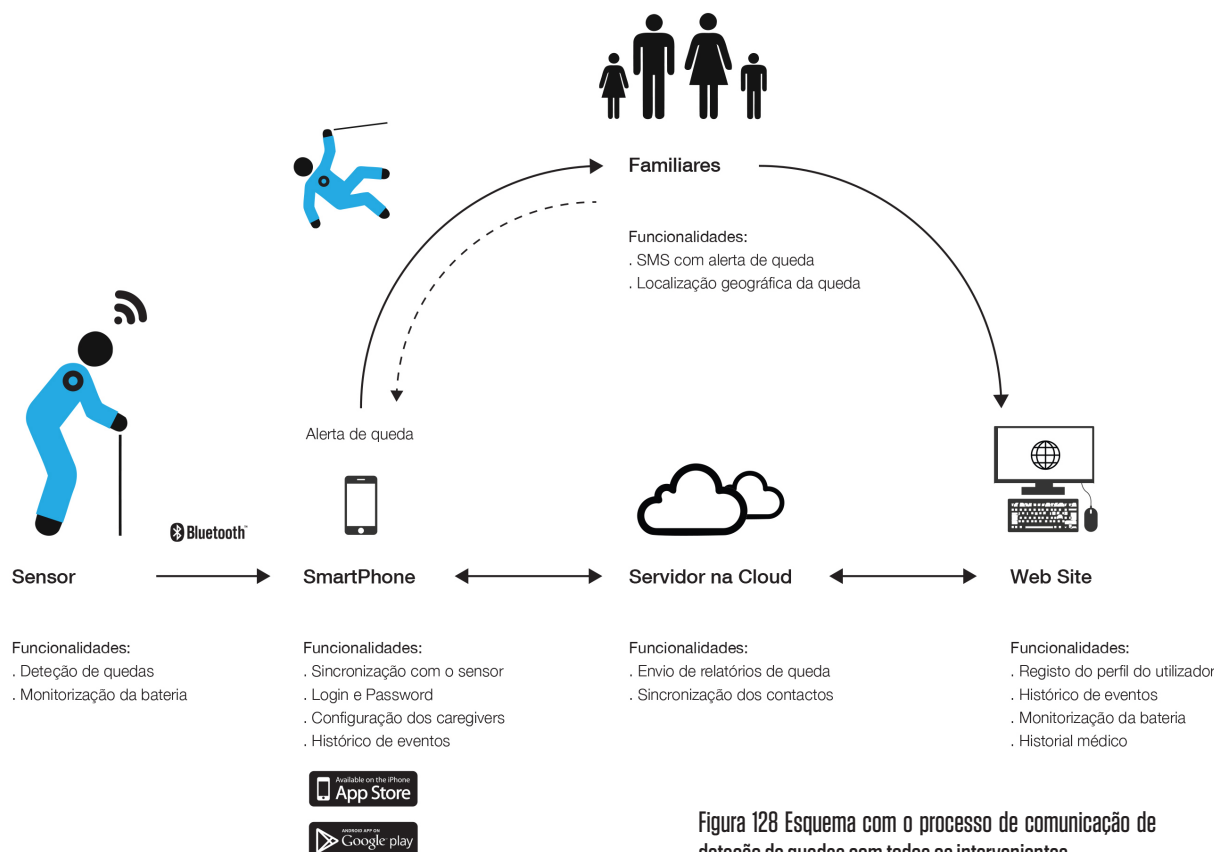


Figura 128 Esquema com o processo de comunicação de detecção de quedas com todos os intervenientes.

11.4.1 Metodologia de desenvolvimento inspirada em elementos tradicionais

No desenvolvimento do sensor de detecção de quedas foi utilizado um processo que se inspira em elementos, acções, tarefas e actividades tradicionais e universais de grande parte da população, como é o caso de abotoar um botão na roupa. Tal como aconteceu nos capítulos 10.3, 11.1 e 11.2.1 o desenvolvimento do sensor teve como base um processo sequencial e que pode ser visto na Figura 129, o processo compreende 7 passos: (1) o desenvolvimento formal do conceito inicial para colocação do sensor; (2) a realização de um modelo tridimensional do conceito inicial do sensor; (3) construção de protótipos preliminares do conceito de colocação do sensor; (4) desenvolvimento formal e funcional do conceito do sensor; (5) protótipos para validação formal e dimensional; (6) modelação CAD 3D do sensor e da placa de circuitos impressos; e por fim (7) a realização de protótipos funcionais.

Como aconteceu no desenvolvimento da plataforma e nos pads de protecção, o processo de desenvolvimento do sensor de detecção de quedas, de forma a contextualizar e estabelecer constrangimentos que possam balizar e definir um ponto de partida, estabeleceu um input inicial. Este input foi constituído pelos requisitos de monitorização e assistência ativa (Tabela 33), com especial incidência na detecção de quedas e localização geográfica, na comunicação baseada na cloud entre utilizador sénior e familiares, assim como, num uso intuitivo do sistema e na facilidade em colocar e retirar o sensor na plataforma de protecção.

Requisitos de monitorização (assistência activa)

- . Detecção de quedas
- . Uso intuitivo
- . Localização geográfica
- . Comunicação com a cloud
- . Fácil de colocar e retirar da plataforma



Utilizadores seniores



Equipa de desenvolvimento

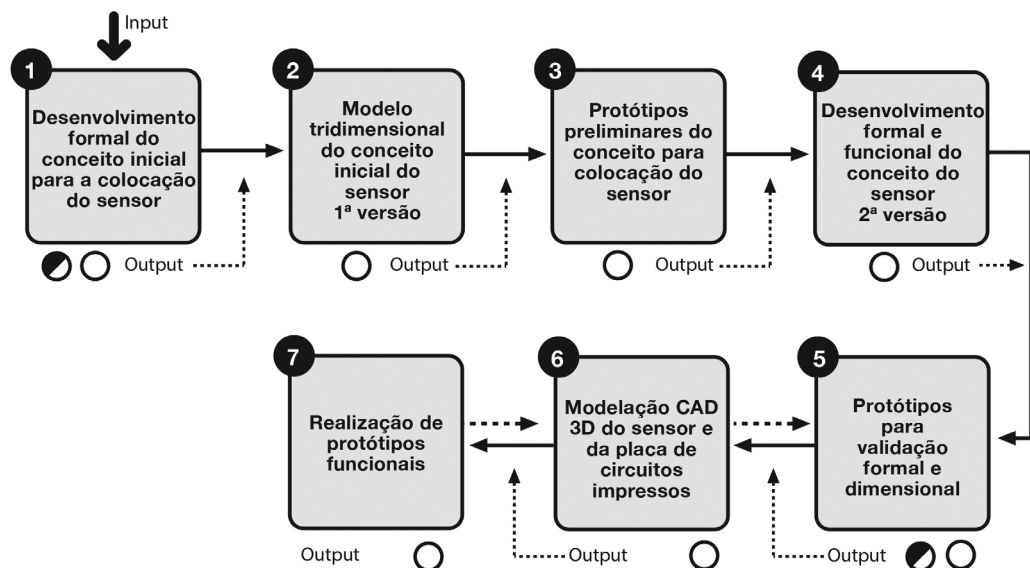


Figura 129 Esquema com o resumo do processo de concepção e desenvolvimento do sensor de detecção de quedas.

Embora o modelo seja baseado num processo de acções sequenciais, a passagem do quinto passo, a realização de protótipos para validação formal e dimensional, para o sexto, a modelação CAD 3D do sensor e da placa de circuitos impressos, sofreu várias iterações, ou seja, após a realização de protótipos para a validação formal e dimensional foi executado um modelo CAD 3D baseado na forma e dimensões do protótipo realizado e à medida que se detetavam incompatibilidades de ordem ergonómica ou funcional era novamente executado um novo protótipo e um novo modelo CAD 3D com as alterações efectuadas. O mesmo se passou na passagem do sexto passo para o sétimo, a realização de protótipos funcionais. Nesta fase quando a equipa de desenvolvimento realizava modelos CAD 3D que permitiram a realização de protótipos funcionais através de impressão 3D e que validam com detalhe os pormenores funcionais e formais do sensor. Quando esses pormenores sofriam alguma alteração eram novamente modelados em CAD e posteriormente prototipados. Nos capítulos seguintes estão descritos e ilustrados os trabalhos realizados na aplicação prática deste modelo de desenvolvimento do sensor.

11.4.2 Desenvolvimento formal do conceito inicial para colocação do sensor

O primeiro passo da metodologia de desenvolvimento do sensor de detecção de quedas inspirada em atividades tradicionais e familiares à população sénior, como é o caso de abotoar um botão na roupa, consiste no desenvolvimento formal do conceito inicial para

a colocação do sensor. Este passo tem como objetivo transformar a atividade de abotoar, atividade com a qual todas as pessoas estão familiarizadas, numa forma de colocação e encaixe do sensor junto ao corpo, em que a sua colocação e retirada seja executada de forma fácil, sem necessidade de grandes instruções e que permita que o sensor fique bem fixo, ou seja, não saia da sua colocação de forma indesejada com os movimentos do corpo.

A equipa de desenvolvimento realizou uma sessão de “brainstorming” para conceber essa forma de fixação do sensor com base na actividade de abotoar, ou seja, a equipa procurou identificar ideias de solução que respondessem à pergunta:

Como podemos transformar o processo de abotoar um botão na roupa num sistema de fixação/encaixe do sensor à plataforma de proteção física?

As primeiras ideias incidiram sobre a transformação do botão numa forma que permita colocar e retirar o sensor facilmente e que ao mesmo tempo depois de colocado, tivesse uma parte em contacto directo como o corpo para facilitar a leitura de sinais vitais. A Figura 130 ilustra alguns dos desenhos preliminares dessa forma de colocação. Basicamente o sensor consiste numa forma simples rectangular, ou circular (tal como os botões da roupa) composto por dois corpos: interior (parte interior da plataforma em contacto com o corpo) e exterior (parte exterior da plataforma) e que se ligam através de uma depressão circular no seu centro lateral. O corpo interior será de menor dimensão e será esta parte fixa na plataforma através de uma pequena abertura tipo “casa de botão”. Esta casa deverá ter uma geometria que permita que o sensor fique bem colocado e fixo, ao mesmo tempo que a sua colocação e retirada seja feita sem esforço de maior. Depois de colocado o sensor fica inserido parcialmente dentro de um pequeno bolso com a geometria que o corpo do sensor adquirir. Este bolso ajuda na fixação do sensor à plataforma, assim como, na sua protecção e dissimulação. Como referido, o sensor só fica inserido parcialmente no bolso, fazendo com que a parte que ficará a descoberto seja facilmente acedida pelo utilizador para o ligar e desligar, colocar ou retirar.

A equipa de desenvolvimento ficou bastante entusiasmada com a ideia e para uma validação preliminar do conceito, alguns dos elementos expuseram a familiares, amigos e vizinhos com mais de 65 anos o conceito que descrevemos, com o intuito de perceberem se a ideia de associar um dispositivo, para ser colocado numa peça de roupa através de uma encaixe tipicamente similar à tarefa de abotoar um botão, seria facilmente reconhecida pelos utilizadores e de fácil aprendizagem e uso intuitivo. A receptividade por parte dos seniores consultados foi muito boa. Concordaram que a forma de colocação seria facilmente assimilada e lembrada, não sendo necessário grandes aprendizagens e explicações. Neste contexto, a equipa procedeu a um desenvolvimento mais detalhado nas dimensões de uma geometria com as características já descritas e tendo em consideração que o sensor terá de ter uma forma ergonómica, orgânica e confortável, de pequenas dimensões, sem descuidar que no seu interior terão de ser colocados os componentes electrónicos que garantam o seu funcionamento de deteção de quedas.

A Figura 131 mostra alguns desenhos desse processo dimensional e formal do sensor. Desenhos que ilustram o sensor em corte e onde se pode identificar a geometria do corpo interior e superior, assim como, o estudo de diferentes tipos de geometrias da depressão intermédia e onde ficará colocada a “casa de abotoar” para fixação à plataforma. Como se percebe pelos desenhos a forma geral do sensor é de revolução formando uma geometria circular, que na opinião dos seniores consultados, forma um volume tridimensional que se adapta à mão com conforto e ao mesmo tempo é fácil de agarrar e manusear.

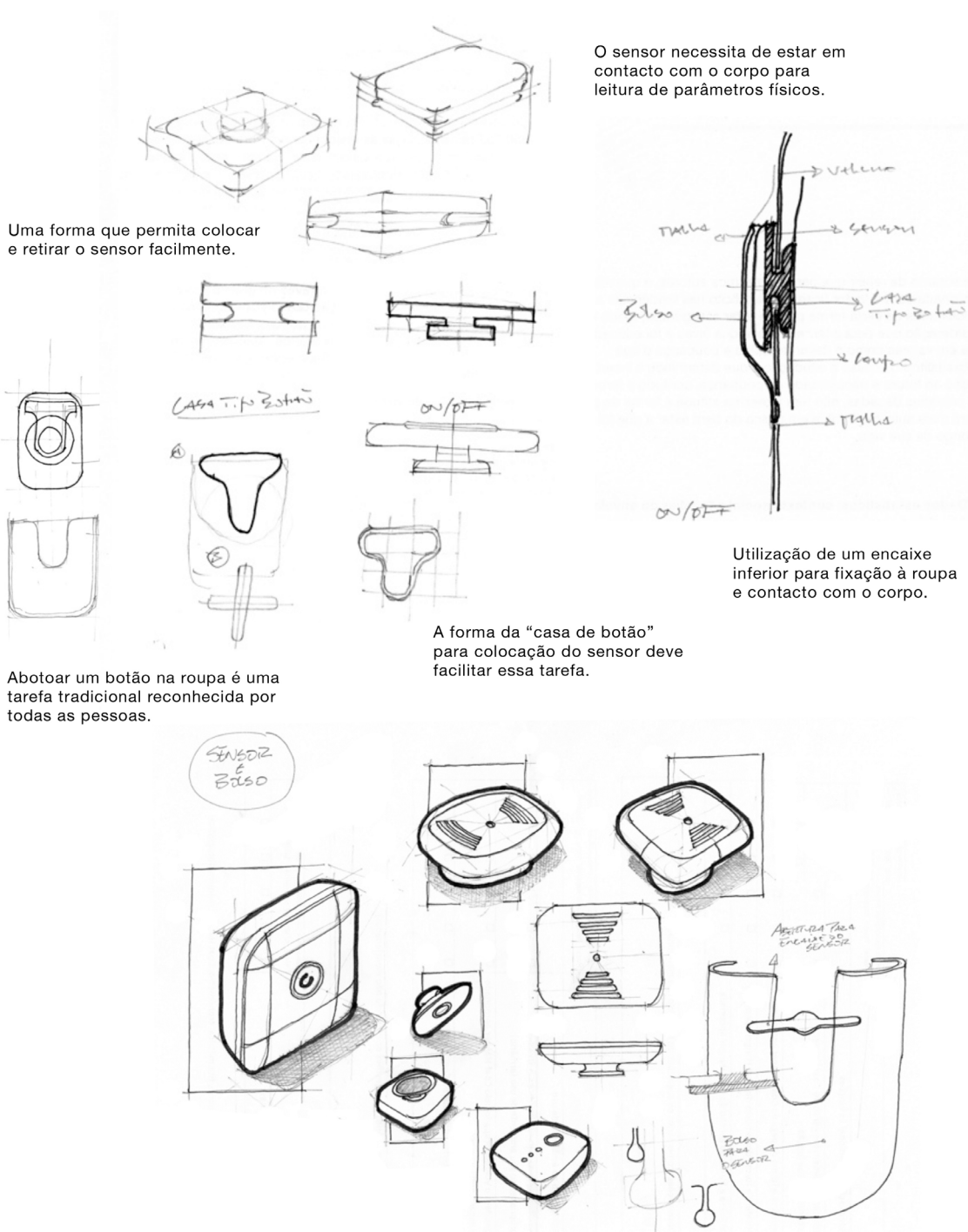


Figura 130 Desenhos iniciais de transformação do botão numa forma para conceito de colocação do sensor associado à tarefa de abotoar.

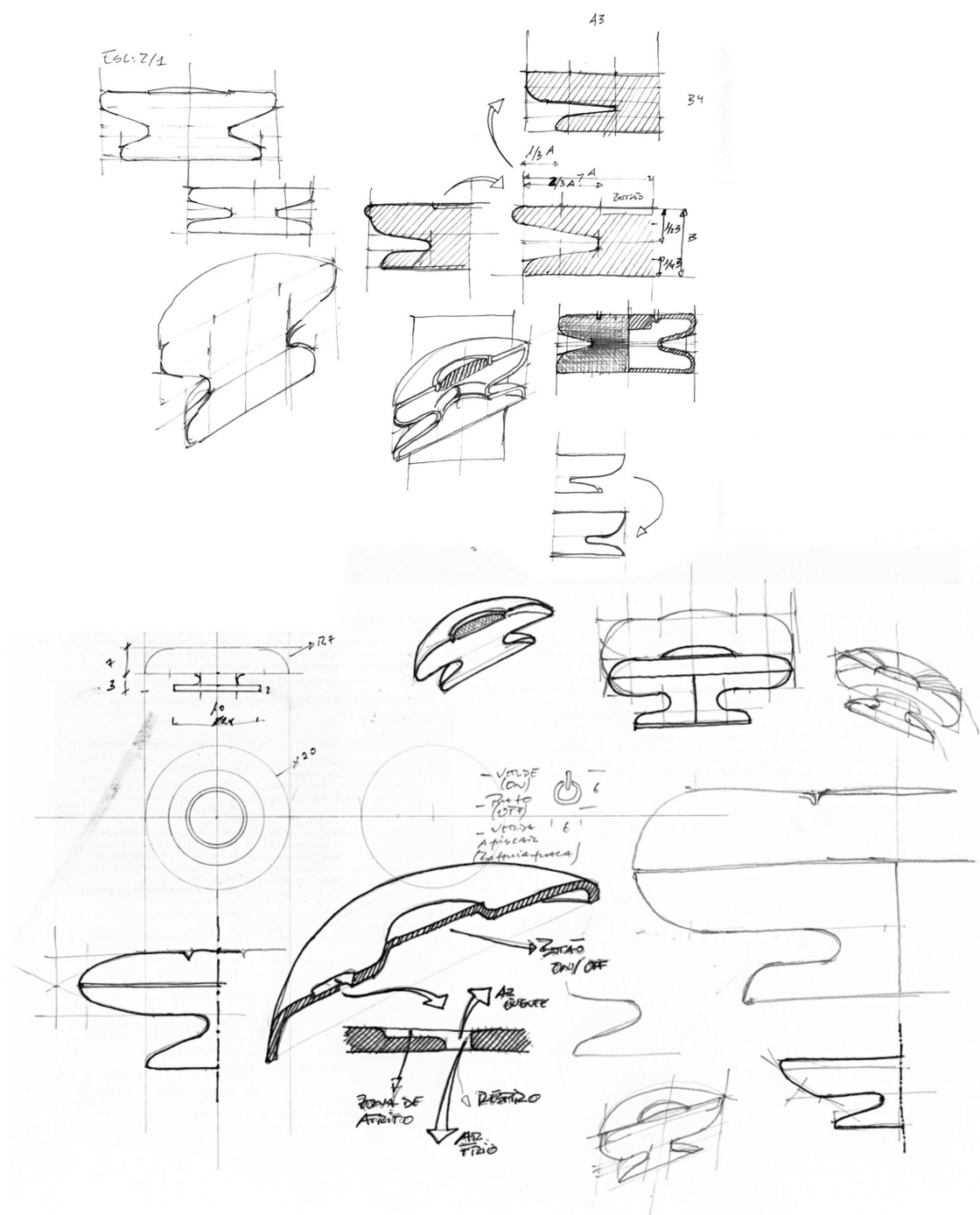


Figura 131 Desenhos iniciais de procura da forma para o sensor em forma de botão e para o bolso de colocação.

11.4.3 Modelo tridimensional do conceito inicial do sensor – 1ª versão

O segundo passo no processo de desenvolvimento, consiste em gerar um modelo tridimensional da primeira versão do conceito do sensor que temos vindo a descrever no capítulo anterior (Capítulo 11.4.2). O objetivo deste passo é fazer um desenvolvimento mais detalhado do conceito em forma de botão, recorrendo à modelação CAD tridimensional da geometria de revolução, incluído já alguns elementos de funcionamento como um botão de ligar e desligar, assim como, o número de peças que constituirão o corpo do sensor.

A equipa de desenvolvimento partiu dos desenhos e dimensões iniciais (Figura 131) modelou num software de CAD 3D uma geometria circular com 40 mm de diâmetro e uma altura de 12 mm. Estas dimensões correspondem ao volume máximo que o sensor deveria ter de forma a poder ser portátil, fácil de manusear e pouco intrusivo. Na Figura 132 estão representados alguns renders da modelação tridimensional da primeira versão em forma de botão. Como podemos ver na figura, esta versão é constituída por quatro peças principais:

- A tampa anterior, que ficará voltada para o exterior da plataforma, e onde será colocado o botão de ligar e desligar o sensor; por cima deste botão encontram-se pequenos orifícios que permitem a ventilação do interior.
- A tampa posterior, que ficará voltada para o interior da plataforma, consequentemente em contacto com o corpo do utilizador, e que serve para fechar o corpo do sensor e prender o diafragma ao corpo.
- O diafragma, pequena membrana como a que é utilizada nos estetoscópios e que servirá para amplificar os sons e vibrações do interior do corpo para leitura de sinais vitais.
- Por fim o corpo do sensor, peça estrutural onde serão colocados os componentes de eletrónica e onde serão encaixadas as tampas anterior e posterior.

Foi também incorporado no modelo a simulação do botão de ligar e desligar ser retro iluminado através de um pequeno LED, dando indicação visual ao utilizador do seu estado e possibilitando a sua identificação em locais, ou alturas do dia com menos luminosidade. Basicamente esta função também permite que o utilizador consiga localizar o sensor num ambiente totalmente às escuras. Nos renders do sensor (Figura 132), podemos verificar que em todo o perímetro do corpo do sensor, correspondente à geometria com diâmetro de 40 mm, está representado a cinzento uma zona aderente. A equipa de desenvolvimento considerou ser útil, nesta região, o corpo do sensor ser constituído por um material com propriedades de borracha, de forma a melhorar o contacto com a mão do utilizador.

Com a realização do modelo CAD 3D a equipa de desenvolvimento concluiu que para uma validação da geometria de revolução e das dimensões desta primeira versão do sensor em forma de botão, era necessário a realização de protótipos preliminares volumétricos. No capítulo seguinte, descreveremos a realização desses protótipos, assim como, o desenvolvimento do conceito de colocação do sensor na plataforma.

11.4.4 Protótipos preliminares do conceito para colocação do sensor

O terceiro passo do processo de conceção e desenvolvimento do sensor consiste na realização de protótipos preliminares do conceito para colocação do sensor, colocação essa feita dentro de um bolso e de fixação à plataforma como se de abotoar um botão na roupa se tratasse. Este passo tem como objectivo a conceção, em maior detalhe, do bolso onde

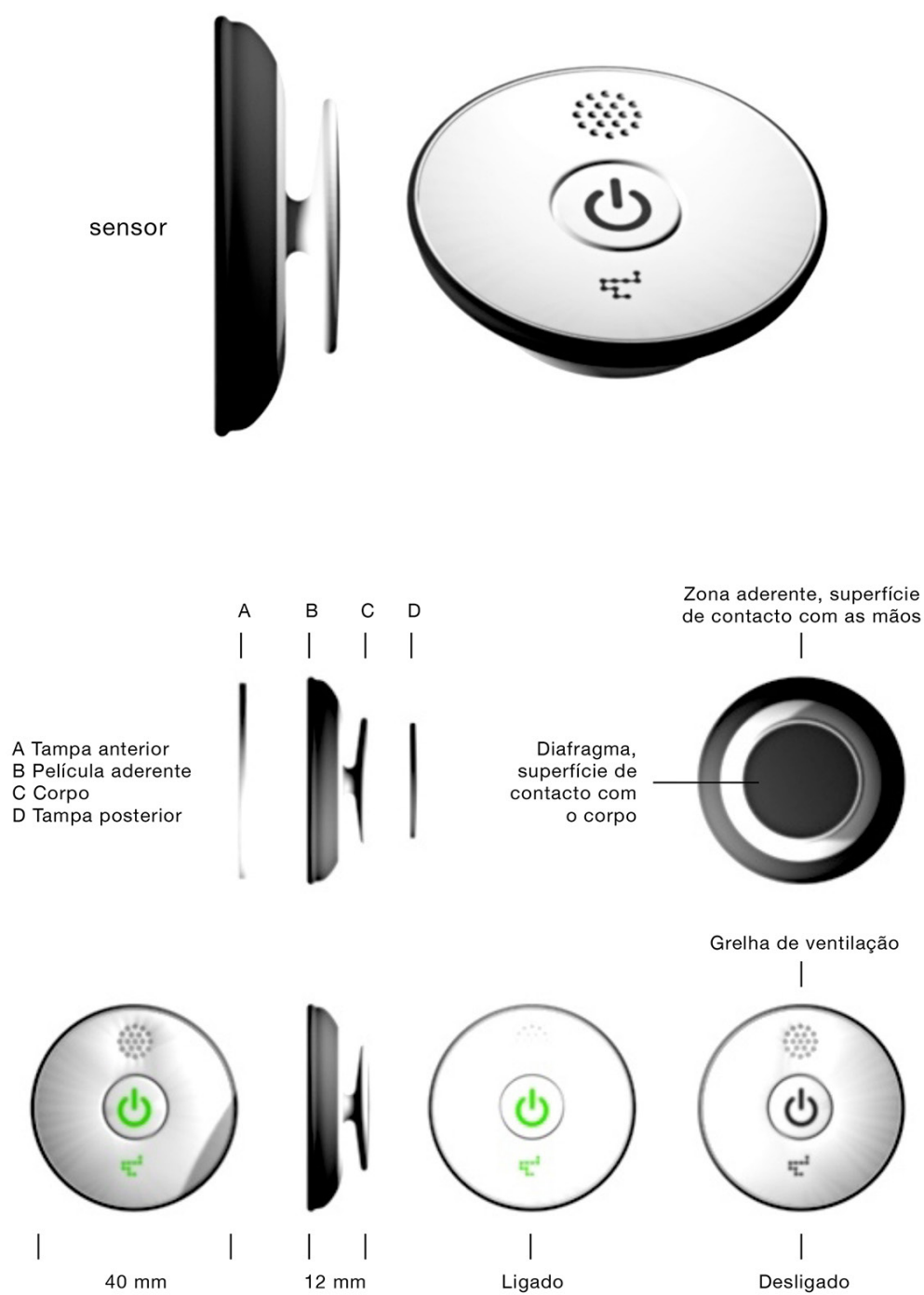


Figura 132 Modelo CAD 3D da primeira versão do sensor em forma de botão.

será colocado o sensor na plataforma e a forma de como esse bolso será fixo, de maneira a impossibilitar a deslocação do sensor com os movimentos do corpo. Tem também o objectivo de validar a geometria volumétrica da primeira versão do sensor. Através da realização de protótipos preliminares pretende identificar a zona de colocação do sensor de maior conforto junto do corpo do utilizador.

A ideia inicial da equipa de desenvolvimento para a zona de colocação do sensor na plataforma, foi a região do antebraço anterior, local onde tradicionalmente, e recorrendo a um estetoscópio, se faz a leitura das pulsações e a medição da tensão arterial. Com a colocação do sensor nesta zona, o utilizador pode-lhe aceder facilmente para o retirar e colocar na plataforma. Outro fator importante, que a equipa considerou, foi a necessidade de fixação e ajuste do sensor às diferentes anatomias de braços dos utilizadores seniores, a solução proposta consiste na ligação, às duas laterais do bolso, de uma tira elástica que percorre todo o perímetro do antebraço, permitindo que o bolso e o sensor, quando colocados, fiquem sempre justos ao braço do utilizador.

A Figura 133 mostra o processo com as várias hipóteses de desenvolvimento do bolso, do sistema de fixação e de ajuste ao braço. Quando se realizaram os primeiros desenhos verificamos que a zona posterior do antebraço é englobada pela articulação do cotovelo, esta proximidade com a articulação originou que a cinta elástica que percorre o perímetro do braço, na parte posterior ao bolso, teria de circundar a área de movimento do cotovelo, sendo esta inclusivamente uma zona onde serão colocados os pads de protecção (ver Capítulo 11.2.2). Com base neste constrangimento a equipa idealizou várias geometrias para a área de colocação do bolso e para as cintas de fixação e ajuste, podemos ver na figura que embora os bolsos possam assumir diversas formas (circulares, rectangulares, ou mesmo ovais) em todas as hipóteses, os bolsos contêm uma pequena abertura em “v” que permite visualizar o botão de ligar e desligar e controlar o estado do sensor quando colocado, que permite também facilitar o acesso ao sensor para a ser colocado e retirado.

Outra característica do bolso, que podemos ver na Figura 133, é o desenvolvimento da “casa de abotoar” e onde será fixado o sensor à plataforma, esta geometria não é nada mais nem nada menos do que um pequeno recorte na plataforma, tal como uma tradicional “casa de abotoar”, e onde o seu centro será intersectado por uma circunferência que corresponde ao diâmetro da depressão de encaixe do corpo do sensor. Podemos também ver na Figura 133, desenhos com algumas hipóteses para a colocação do sistema de fixação do sensor ao braço.

Com a conceção das hipóteses de solução para fixação do sensor à plataforma, através de desenhos de conceito, a equipa nesta altura do processo sentiu necessidade de testar com protótipos preliminares o conceito que temos vindo a descrever. Como já referido no início deste capítulo a equipa teve de realizar um protótipo formal e volumétrico da primeira versão do sensor. Para isso foi cortado em cartão algumas das secções de revolução que formam o volume e as dimensões do sensor. No parte superior da Figura 135 podemos ver algumas dessas secções, que quando unidas perpendicularmente, formam o volume previsto do sensor. Foram também recortadas em cartão duas circunferências, correspondentes aos diâmetros do corpo anterior e posterior do sensor, e coladas na parte superior e inferior da secção, formando desta forma o volume pretendido.

Para teste e validação do sistema de fixação do sensor à plataforma foram realizados protótipos em papel vegetal, na escala real, das cintas de fixação e da “casa de abotoar”. Depois de desenhada a geometria planificada da cinta em papel vegetal e recordada pelo seu contorno (Figura 134), a equipa aplicou num manequim o protótipo da cinta e do sensor na zona do braço. No canto inferior esquerdo da Figura 135, podemos ver duas imagens com os protótipos aplicados no manequim.

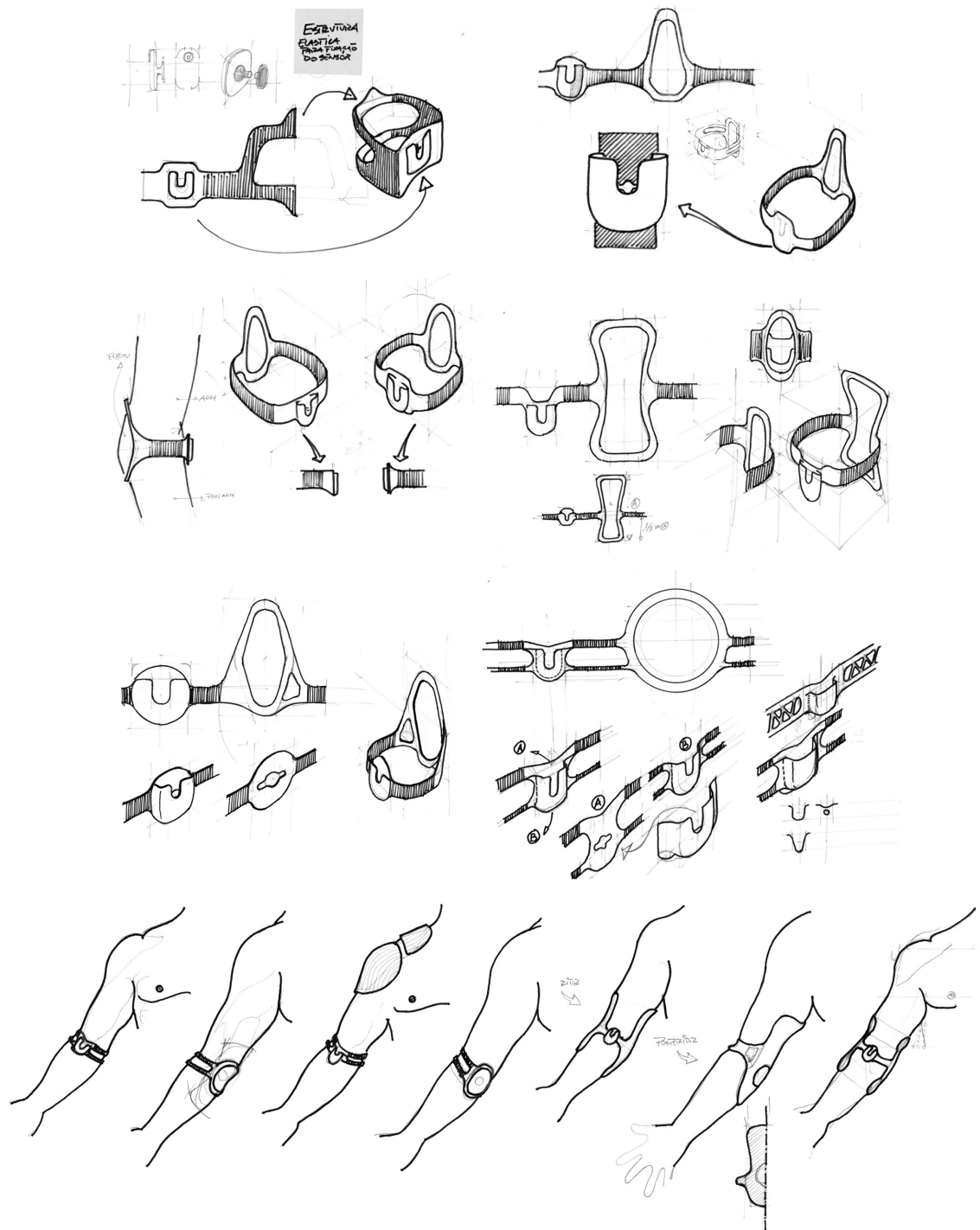


Figura 133 Desenhos de desenvolvimento do bolso e da cinta para colocação do sensor no braço.

Figura 134 Desenvolvimento da geometria planificada do protótipo para a cinta de fixação e colocação do sensor.

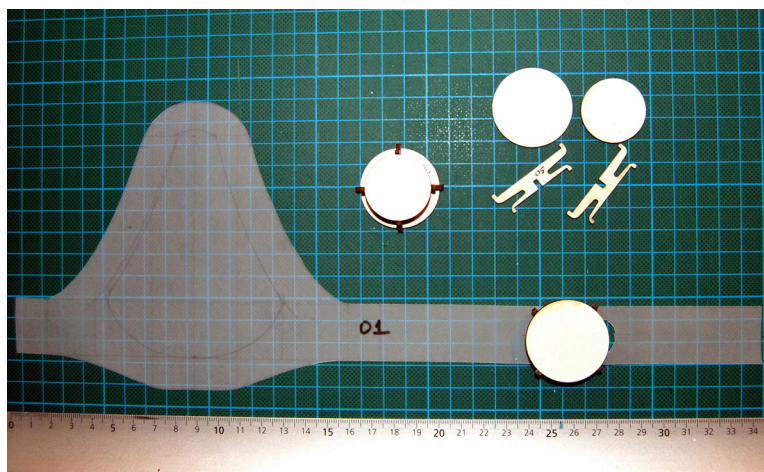
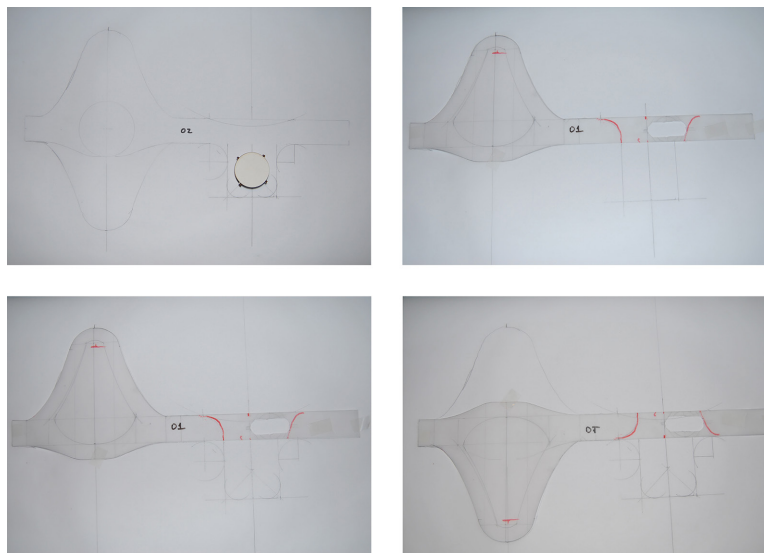
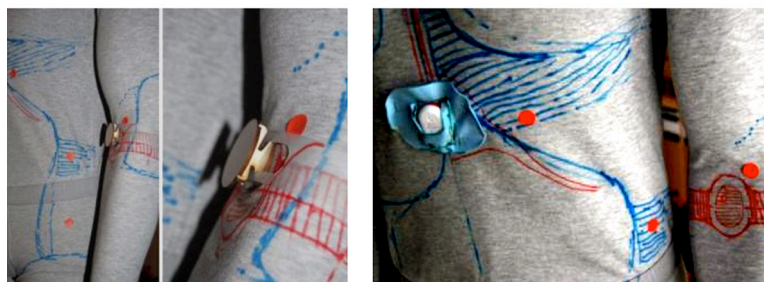


Figura 135 Protótipo volumétrico do sensor e teste de colocação no braço e no peito.



Com base na aplicação dos protótipos no manequim, a equipa identificou quatro problemas com o local de colocação do sensor no antebraço anterior, assim como, no conceito de fixação através da cinta. Nos pontos seguintes encontram-se descritos esses problemas que equipa identificou:

- A colocação do sensor no antebraço implica que seja feita só com a mão oposta, ou seja, se o bolso estiver no braço esquerdo, o sensor só poderá ser colocado com a mão direita.
- A colocação no antebraço, implica que a plataforma tenha dois bolsos, um no braço esquerdo e outro no direito, para possibilitar ser usado por utilizadores destros e esquerdistas.
- O movimento de flexão do braço, próprio da articulação do cotovelo, vai dificultar a colocação do sensor nessa zona. Quando o braço estiver totalmente dobrado/flectido vai entrar em conflito com o volume do sensor, podendo mesmo magoar o utilizador.
- A cinta elástica de ajuste do bolso ao perímetro do braço vai entrar em conflito com o pad de protecção do cotovelo, obrigando ao desenvolvimento de uma geometria demasiado complexa de difícil execução técnica.

Devido a estes problemas a equipa decidiu abandonar a ideia de colocação do sensor no antebraço anterior e partiu para a hipótese de colocação no peito do utilizador. A ideia do bolso e da “casa de abotoar” mantinha-se, eliminando somente a necessidade de recorrer às cintas de fixação e ajuste. Para testar a ideia a equipa realizou um protótipo preliminar e muito tosco de um bolso e colocou-o no manequim junto ao peito, como podemos ver na imagem do canto inferior direito da Figura 135.

A opção de colocação do sensor junto ao peito (Figura 136) trás consigo várias vantagens que a equipa valorizou, entre as quais se destacam as seguintes:

- Zona de colocação menos intrusiva na realização de actividades da vida diária
- Colocação do sensor junto ao coração facilita a recolha do batimento cardíaco
- Zona do corpo menos sujeita a variações bruscas de posição
- Possibilidade de colocação do sensor com as duas mãos
- Utilização de um só bolso na plataforma

O responsável pela programação do sistema de detecção de quedas, alertou que a geometria de revolução, correspondente à primeira versão do sensor, traria complicações técnicas na calibração dos acelerómetros e na detecção de alterações bruscas da posição do utilizador, sugerindo que a geometria do sensor poderia sofrer uma pequena alteração formal que facilmente se identificasse uma posição vertical do sensor para colocação na plataforma, de maneira que o sensor, quando usado, não girasse sobre si mesmo. Ficou então decidido que seria necessário o desenvolvimento formal e funcional de uma segunda versão da geometria do sensor que englobasse as alterações necessárias.

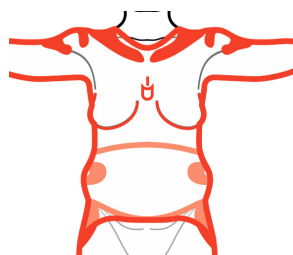


Figura 136 Zona de colocação na plataforma do bolso e encaixe do sensor junto ao peito.

11.4.5 Desenvolvimento formal e funcional do conceito do sensor – 2ª versão

A necessidade de desenvolver uma segunda versão do sensor é o quarto passo do processo de conceção e desenvolvimento do sensor de detecção de quedas. O objetivo deste passo consiste no desenvolvimento detalhado de uma forma funcional para o corpo do sensor. O detalhe pretendido inclui a concepção de todas as peças que constituirão o corpo do sensor, como a integração de uma bateria que seja facilmente substituída pelo utilizador, o encaixe do botão de ligar e desligar e a sua geometria, os encaixes que permitirão fixar o corpo superior do sensor ao inferior e a própria geometria final, com as alterações formais que permitam a sua identificação numa posição vertical.

Como referido no capítulo anterior a geometria de revolução para a forma do sensor e a colocação no antebraço anterior através de uma cinta elástica para ajudar a fixação, mostrou-se numa solução com vários problemas de usabilidade e de viabilidade técnica para a detecção de quedas. Neste contexto, a equipa de desenvolvimento iniciou o desenvolvimento de uma geometria que permitisse ao utilizador uma fácil identificação do sensor numa posição vertical e um ligeiro aumento do volume do corpo do sensor de forma a permitir a colocação de todos os componentes electrónicos no seu interior e que ao mesmo tempo permitisse a sua colocação na plataforma na vertical. Era também fundamental que essa geometria fosse adaptável ao peito e às mãos dos utilizadores. A Figura 137 ilustra o problema da geometria de revolução da 1ª versão do sensor, como podemos verificar esta geometria circular impossibilita, ou dificulta que o utilizador consiga manter o sensor numa posição vertical. Contudo, na ilustração da direita conseguimos perceber a solução que equipa adoptou, que consiste na incorporação na parte inferior da circunferência de uma geometria rectangular boleada.

A equipa de desenvolvimento ficou convicta de que seria viável explorar uma nova versão para o sensor que englobasse o conceito acima descrito. A incorporação dessa forma rectangular boleada na geometria de revolução define uma posição vertical do sensor, aumenta o volume para a incorporação dos componentes electrónicos no interior do corpo do sensor e em simultâneo forma uma geometria que se adapta melhor às mãos dos utilizadores, assim como à sua colocação junto ao peito.

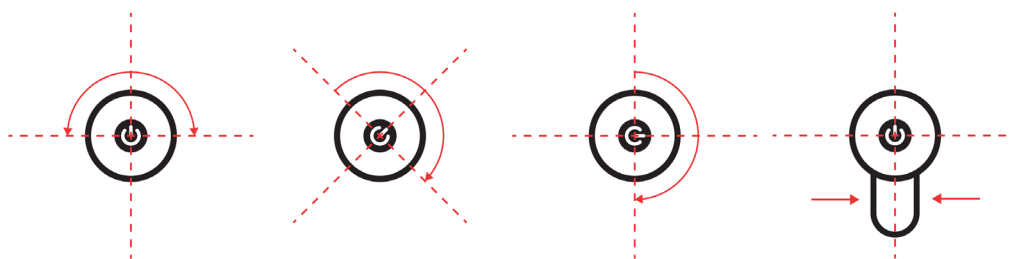


Figura 137 Esquema ilustrativo do problema de manter numa posição vertical a geometria de revolução da 1ª versão do sensor.

Com base nas alterações atrás descritas e depois da equipa validar que seria interessante explorar o conceito, a equipa iniciou sessões de brainstorming apoiadas em desenhos de desenvolvimento para procura de uma segunda versão formal e funcional do sensor. Na Figura 138 podemos ver as diferentes ideias que foram surgindo ao longo das sessões de

“brainstorming”. O ponto de partida consistiu em estabelecer as dimensões de 57 mm por 25 mm para a placa de circuitos impressos (Terroso et al., 2013) (Freitas et al., 2014). Estas dimensões serviram como referência dimensional e formal para o corpo do sensor. Tendo como base estas dimensões, foram concebidas diversas alternativas formais com a inclusão do volume retangular num dos quadrantes da geometria de revolução da 1ª versão do sensor e que permite a sua identificação e colocação na plataforma na posição vertical. De seguida estão descritas as linhas gerais para principais ideias que a equipa de desenvolvimento foi registando ao longo das sessões de brainstorming:

- Foram concebidas formas com base na primeira versão da geometria de revolução, ou seja, na forma circular foi inserido o volume retangular; foi também explorada a ideia de prolongar a forma rectangular para todo o corpo do sensor, aumentando o volume na parte superior e inferior do sensor para que seja possível inserir a bateria e o botão, de ligar e de desligar.
- A equipa concebeu também um encaixe rápido do corpo superior com o inferior. A ideia é que o sensor tenha um encaixe que permita abrir o sensor para acesso aos componentes electrónicos. Contudo, para o utilizador sénior essa abertura não é perceptível; para isso o encaixe deve estar escondido, ao mesmo tempo esse encaixe deve ser de fácil acesso para algum tipo de reparação técnica.
- Podemos também ver na figura 138 alguns desenhos preliminares de concepção do botão de ligar e desligar, este deve estar inserido na parte superior do corpo do sensor, num plano ligeiramente inferior. Esta ligeira depressão tem o intuito de impossibilitar que o sensor seja desligado involuntariamente quando em contacto com a roupa, ou qualquer outra parte do corpo.
- Apesar de o sistema de comunicação entre o sensor e smartphone (Bluetooth 4.0) ser um sistema de low energy, a necessidade de trocar a bateria do sensor foi requisito que a equipa considerou como fundamental incorporar no desenvolvimento do sensor. Ao contrário da abertura do sensor para acesso aos componentes electrónicos não poder ser feita pelo utilizador sénior, a substituição da bateria é fundamental que possa ser feita pelo próprio utilizador, ou por um familiar. Esta acção deve ser intuitiva e fácil, para isso a equipa idealizou uma gaveta onde é colocada uma pilha de 3 volts e que é inserida num suporte metálico que está soldado na placa de circuitos impressos.
- A colocação do sensor na plataforma, através da geometria de revolução inspirada na acção de abotoar, tal como já implementado na 1ª versão e como descrito no capítulo anterior, permaneceu também na concepção da 2ª versão. Contudo, nesta última versão, essa peça que encaixará na plataforma não fará parte do corpo inferior, mas será uma peça autónoma que será encaixada no corpo inferior. O responsável pelo desenvolvimento electrónico sugeriu que para amplificar o sinal para recolha de sinais vitais, em vez se recorrer à membrana colocada numa caixa de ressonância, como a cabeça do estetoscópio, poderia ser inserido nesta peça um microfone ligado à placa de circuitos impressos. Foram então feitos alguns desenhos de desenvolvimento formal desta peça para que possa ser encaixada no corpo inferior e por onde se possa passar um fio eléctrico que fará a ligação do microfone à placa.

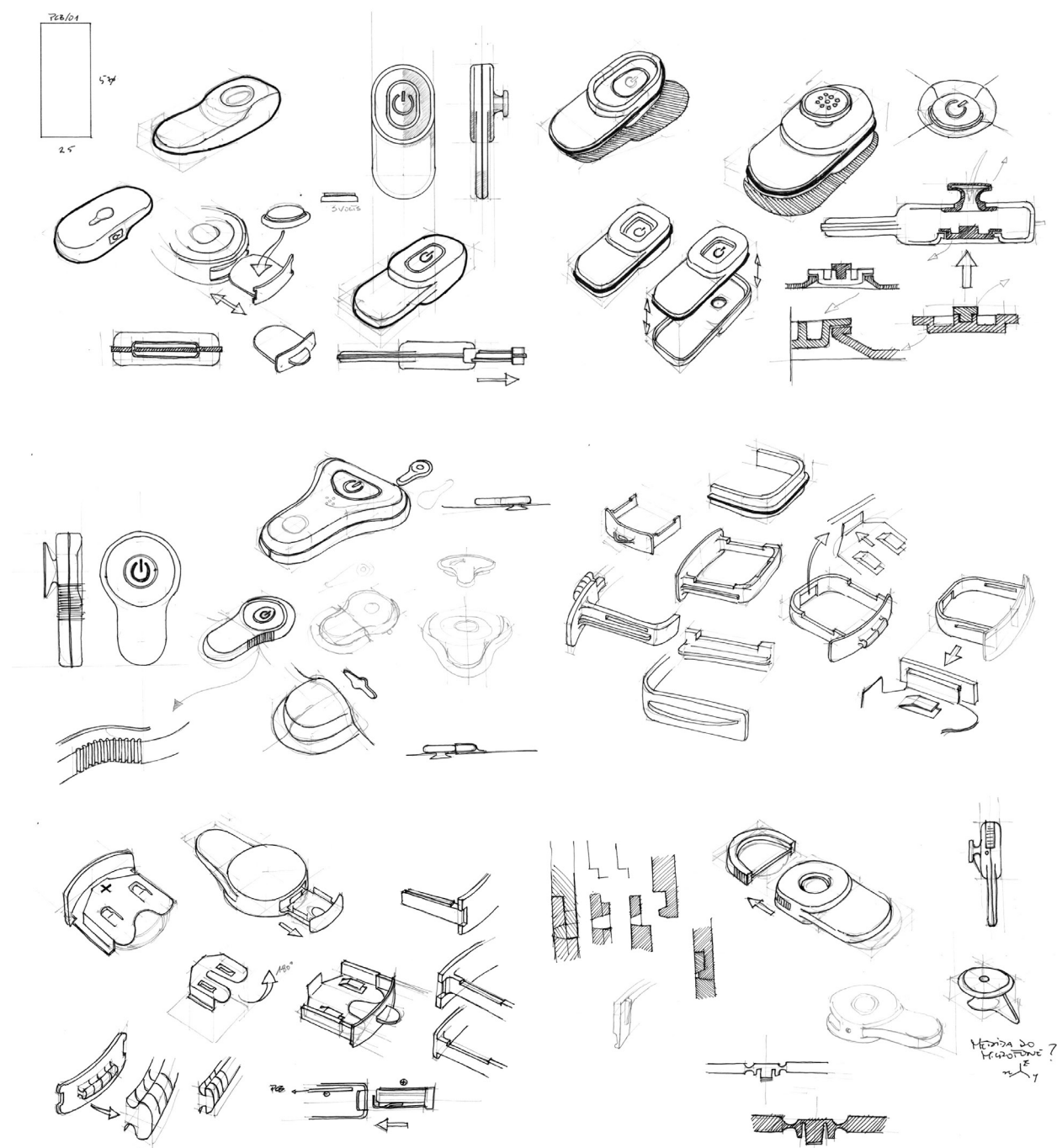


Figura 138 Desenhos de desenvolvimento da 2ª versão do conceito para o sensor.

11.4.6 Protótipos para validação formal e dimensional

Ao longo de todo o desenvolvimento do sistema de proteção física e assistência ativa que temos descrito ao longo deste trabalho, a validação de etapas importantes junto de utilizadores reais, ou pela equipa, através de protótipos físicos das diferentes soluções que foram sendo concebidas e desenvolvidas tem sido uma prática comum. No caso do desenvolvimento da 2ª versão do sensor essa prática também não foi descurada. Nesse sentido a construção de protótipos para validação formal e dimensional da 2ª versão do sensor é o quinto passo do processo de concepção e desenvolvimento do sensor de deteção de quedas. O objetivo deste passo consiste na construção de protótipos volumétricos, na escala real, das alternativas formais e dimensionais, desenvolvidas no capítulo anterior (11.4.5) para o corpo do sensor. A construção destes protótipos tem o intuito fornecer ao processo de desenvolvimento, de forma física e aproximada da real, modelos tridimensionais para validação junto dos utilizadores e da equipa de desenvolvimento, da escolha de uma geometria ergonómica, confortável e com as dimensões adequadas para o seu uso.

Na Figura 139 podemos ver, pela frente e pelo verso, os protótipos realizados em espuma de poliuretano de três tipos de geometrias para o corpo do sensor, podem ser vistos também os moldes em cartão para o dimensionamento do protótipo e um modelo em cartão, para o bolso de colocação do sensor. A técnica de construção que a equipa usou consiste em cinco etapas, essas etapas permitem que os protótipos fiquem em simultâneo, similares às ideias concebidas e registadas em papel no Capítulo 11.4.5 e com um modelo físico que materialize de forma aproximada de como serão essas ideias na realidade.

1. Na primeira etapa foi desenhada a área com as dimensões da placa de circuitos impressos, 57 mm por 25 mm, num software CAD 2D. Com base nessa área foi feito um off set de 3 mm para o exterior de todo o seu perímetro, os vértices foram boleados e foram também desenhados os principais limites da geometria que correspondem às diferentes alturas do sensor, ao longo de todo o corpo superior e inferior.
2. A segunda etapa consistiu na impressão dos desenhos dimensionais em papel e colados em cartão. Posteriormente os desenhos foram cortados pelo seu perímetro exterior e formaram os moldes para auxílio no desbaste do poliuretano.
3. O desbaste do poliuretano em redor do molde é a terceira etapa, aqui com recurso a ferramentas de corte e abrasivas foi esculpida a forma geral para as diferentes alternativas.
4. Na quarta etapa foram retirados os moldes de cartão do poliuretano e com maior detalhe, foram esculpidos os pormenores geométricos que caracterizam cada forma.
5. Por último foram simulados alguns os pormenores em cada protótipo como o botão de ligar e desligar o sensor, assim como o sistema de fixação à plataforma.

Após a construção dos protótipos em poliuretano e para validação junto dos utilizadores da escolha de uma geometria ergonómica, confortável, com as dimensões adequadas ao seu uso, foram fornecidos os diferentes modelos (Figura 140) a pessoas de três intervalos etários diferentes. Dois utilizadores situados na faixa etária com mais de 65 anos, outros dois numa faixa etária dos 35 aos 40 e um último com 6 anos. Estes três grupos etários, com destreza, mobilidade e dimensões de mãos bastante diferentes permitiu à equipa de desenvolvimento observar e recolher feedback dos utilizadores das três alternativas formais testadas.

Foi explicado a cada grupo que os modelos a manusear eram protótipos de um sensor para detectar quedas e de envio de mensagens de alerta para familiares. Neste contexto, deviam manipular os modelos com as mãos da maneira que lhes fosse mais confortável e

amigável. Foi também pedido que simulassem a tarefa de ligar o sensor, explicando que o botão de ligar e desligar funcionaria unicamente com essa função. Na Figura 141 podemos ver imagens que mostram o contacto das diferentes mãos com as três geometrias do sensor nos momentos de manipulação e na tarefa de o ligar.

Das três alternativas formais que foram manuseadas pelos utilizadores pudemos observar que nenhum dos utilizadores agarrou o sensor da mesma forma, contudo, todos perceberam que as três geometrias seriam para ser pressionadas entre o polegar e os dedos indicador e médio. Todos referiram que o botão de ligar e desligar o sensor era demasiado grande nos modelos 1 e 2 e que a dimensão do botão do modelo 3 era a mais indicada para

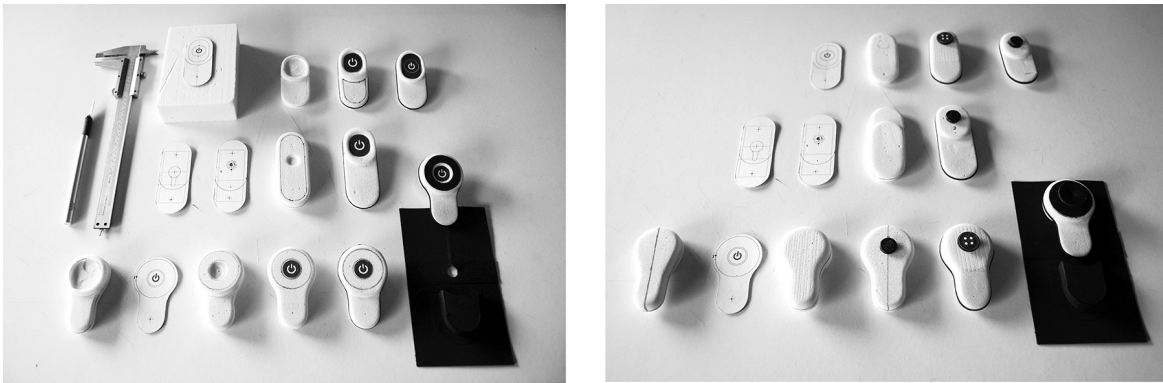


Figura 139 Protótipos em poliuretano para desenvolvimento formal e dimensional do sensor.

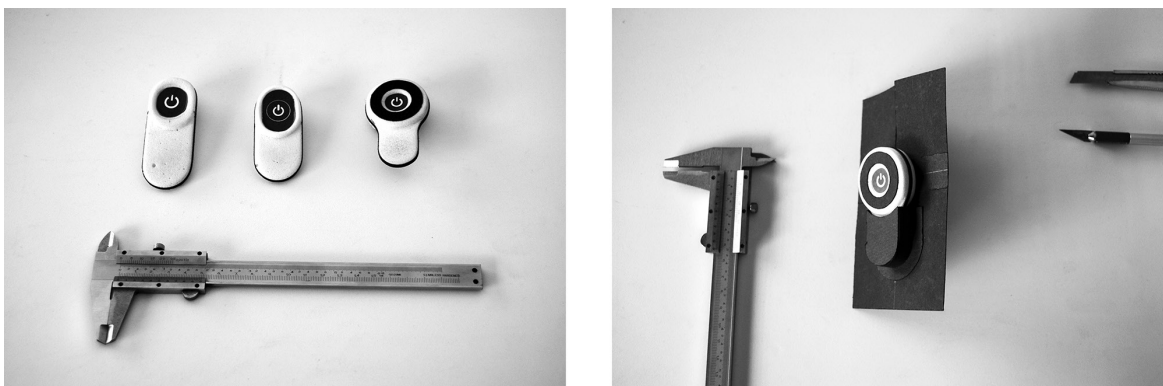


Figura 140 Protótipos das três alternativas formais escolhidas para testar juntos dos utilizadores reais.

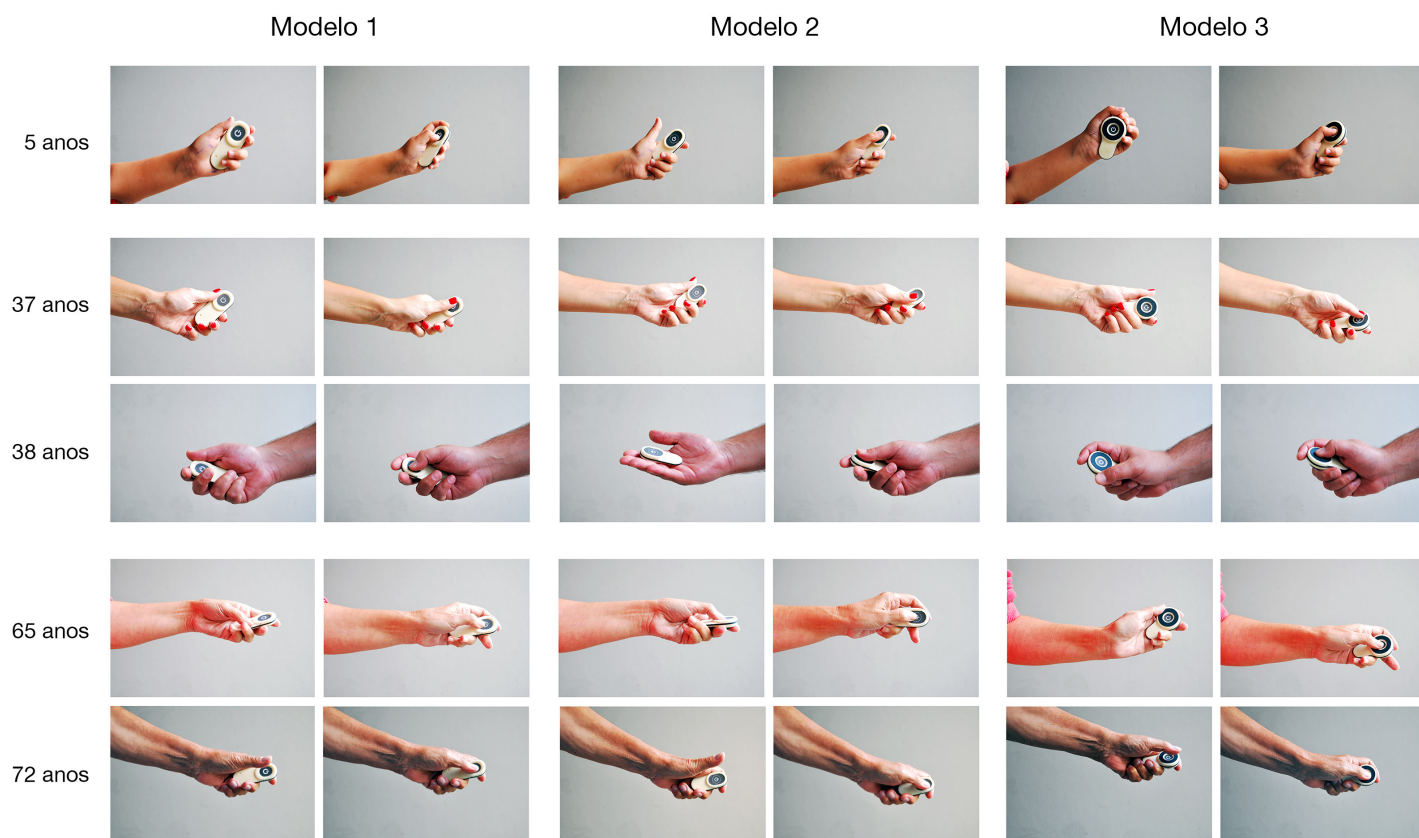


Figura 141 Protótipos volumétricos em poliuretano a serem manuseados por diferentes anatomias de mãos.

ligar com o polegar. A ligeira concavidade que circunda o botão de ligar e desligar em todos os modelos, foi uma característica que os utilizadores evidenciaram como importante existir, esta característica impossibilita que o sensor se desligue de forma não intencional a quando do seu uso.

A geometria dos modelos 1 e 2 é bastante similar, variando apenas no seu comprimento sendo o modelo 1 mais comprido do que o modelo 2. A geometria do modelo 3 é similar à dos outros modelos na sua parte inferior, composta por uma forma retangular boleada num dos extremos, no outro extremo é incorporada uma circunferência onde no seu centro se encontra o botão de ligar e desligar o sensor. Os utilizadores referiram que o comprimento dos modelos 2 e 3 era a mais confortável de manusear e serviria melhor o propósito de se adaptar a um maior número de anatomias de mãos diferentes. Contudo, numa análise global a todos os modelos, o modelo 3 foi o que recolheu maior receptividade por todos os utilizadores, a sua forma em gota proporciona um maior conforto no seu manuseamento e permite agarrar com maior eficácia o sensor.

11.4.7 Modelação CAD 3D do sensor e da placa de circuitos impressos

Depois de validada a geometria volumétrica mais promissora para um desenvolvimento detalhado do corpo do sensor, o sexto passo do processo de conceção e desenvolvimento consiste na modelação CAD 3D do sensor e de todos os seus componentes funcionais, onde se inclui a placa de circuitos impressos. O objetivo deste passo é criar modelos tridimensionais, com dimensionamento rigoroso, de todas as peças que constituem o sensor e da placa de circuitos, para futura construção de protótipos funcionais que permitam testar toda a experiência de uso junto dos utilizadores e em ambiente real. Neste passo o rigor dimensional e a preocupação de viabilidade técnica e de produção em escala foram tidos em consideração.

Este passo do processo de conceção e desenvolvimento foi constituído por várias iterações entre a modelação CAD 3D do corpo do sensor, da placa de circuitos impressos e a realização de protótipos funcionais. Protótipos esses que foram sendo materializados para validação formal, dimensional, ergonómica e de montagem dos componentes e peças, recorrendo à impressão 3D dos modelos que foram sendo aprimorados (descreveremos em maior detalhe no próximo capítulo, 11.4.8, a realização desses protótipos funcionais, assim como, as técnicas de impressão 3D utilizadas).

Neste cenário a primeira iteração teve origem na forma e dimensões do protótipo da geometria seleccionada no capítulo anterior (11.4.6) e no desenho que o responsável pela electrónica desenvolveu para a placa de circuitos impressos. Na imagem do canto superior direito da Figura 142 podemos ver, a amarelo, o modelo 3D dessa placa (para mais detalhe sobre a arquitectura e constituição da placa, ver artigos CISTI 2013 (Terroso et al., 2013) e IEEE Sensors 2014 (Freitas et al., 2014), na cor vermelha e azul, os modelos do corpo superior e inferior do sensor respectivamente.

Na imagem do canto superior direito da Figura 142 encontra-se o resultado da segunda iteração, aqui podemos ver a modelação 3D com uma ligeira elevação circular do corpo superior; a inclusão dos encaixes para a fixação ao corpo inferior e uma nova versão, volumétrica, da placa de circuitos impressos. Nas restantes duas imagens, encontram-se as outras interações, neste caso foram desenvolvidos o suporte para a bateria, peça representada a verde; a peça metálica onde encaixará o suporte da bateria e que faz o contacto com a placa de circuitos; ligeiras alterações dimensionais na geometria da peça de colocação do sensor na plataforma e no botão de ligar e desligar.

Na Figura 143 podemos ver uma axonometria explodida do resultado final da modelação CAD 3D para corpo do sensor e da placa, podemos também ver todas as peças necessárias à sua montagem:

- Corpo inferior, a azul
- Peça de fixação à plataforma e tampa, esta peça é colocada no corpo inferior, em branco
- Suporte da bateria para a sua substituição, a verde
- Corpo superior, a azul claro
- Botão de ligar e desligar a magenta
- Modelo volumétrico da placa de circuitos impressos, a amarelo
- Peça metálica para colocação do suporte da bateria na placa, a castanho
- Parafuso e o-ring de borracha para fixação da placa ao corpo superior

Na Figura 144 estão representados pormenores construtivos do corpo superior e inferior do sensor, como: o encaixe entre estas duas peças; a fixação do botão de ligar e desligar

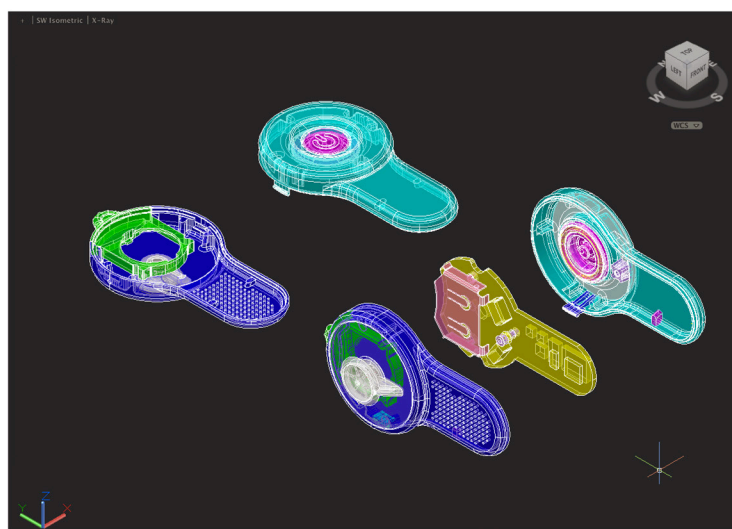
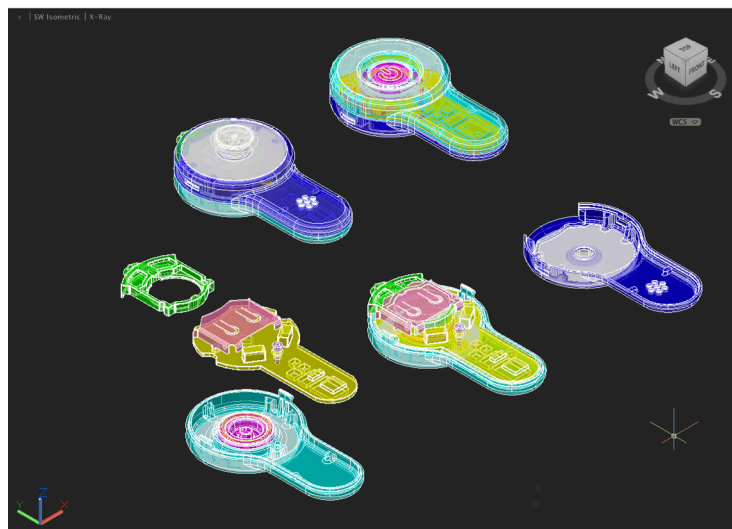
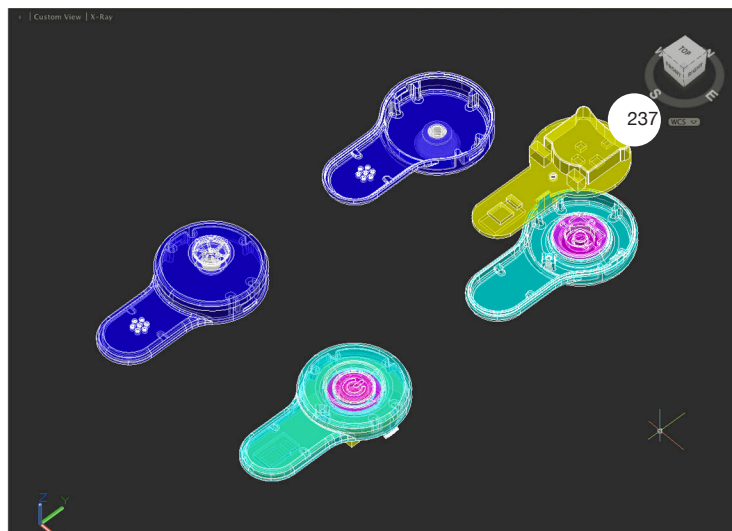
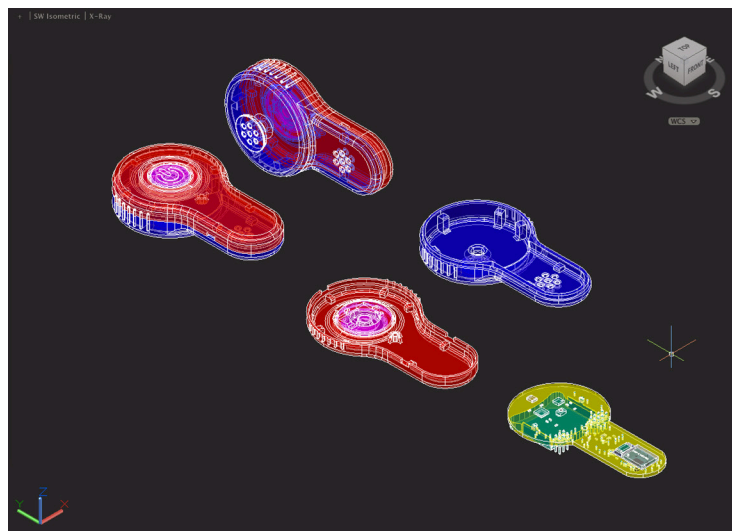


Figura 142 Modelos CAD 3D com o processo iterativo de refinamento e incorporação de todas as peças do sensor.

ao corpo superior e algumas das suas características geométricas, como as ligeiras elevações que fazem com que o botão encaixe na correta posição e não gire sobre si mesmo; as nervuras estruturais do corpo superior e inferior e a forma como o sensor depois de montado fixa a placa de circuitos impressos em sanduiche; a micro-furação do corpo inferior que permite a circulação do ar dentro do sensor para arrefecimento da placa de circuitos impressos; a geometria do encaixe para a peça de colocação na plataforma.

Na Figura 145 encontra-se a peça de suporte da bateria. Esta peça que funciona como interface entre a bateria e a placa de circuitos impressos e permite que a substituição da bateria seja feita sem ter de desmontar o sensor. Esta acção é realizada por um movimento similar ao de abrir uma gaveta, sendo esta traccionada pelo volume curvilíneo situado numa das extremidades da peça. Podemos ver também a peça metálica que é soldada na placa de circuitos e que tem a função de fazer a transmissão de energia da bateria para a placa. Além desta função, o encaixe do suporte da bateria que o fixa ao sensor é outra das funcionalidades da peça metálica.

Em resumo, a forma desenvolvida para o corpo superior e inferior do sensor, para além da sua função de revestir e proteger a placa de circuitos impressos, da capacidade de ser colocada na plataforma de proteção e proporcionar uma geometria ergonómica e desenvolvida à escala da mão dos utilizadores, funciona também como um chassis, onde todas as outras peças e componentes são colocadas, fixadas ou encaixadas. Na Figura 146 podemos ver uma imagem, tipo radiografia, do sensor fechado e montado com todos os componentes e peças colocadas.

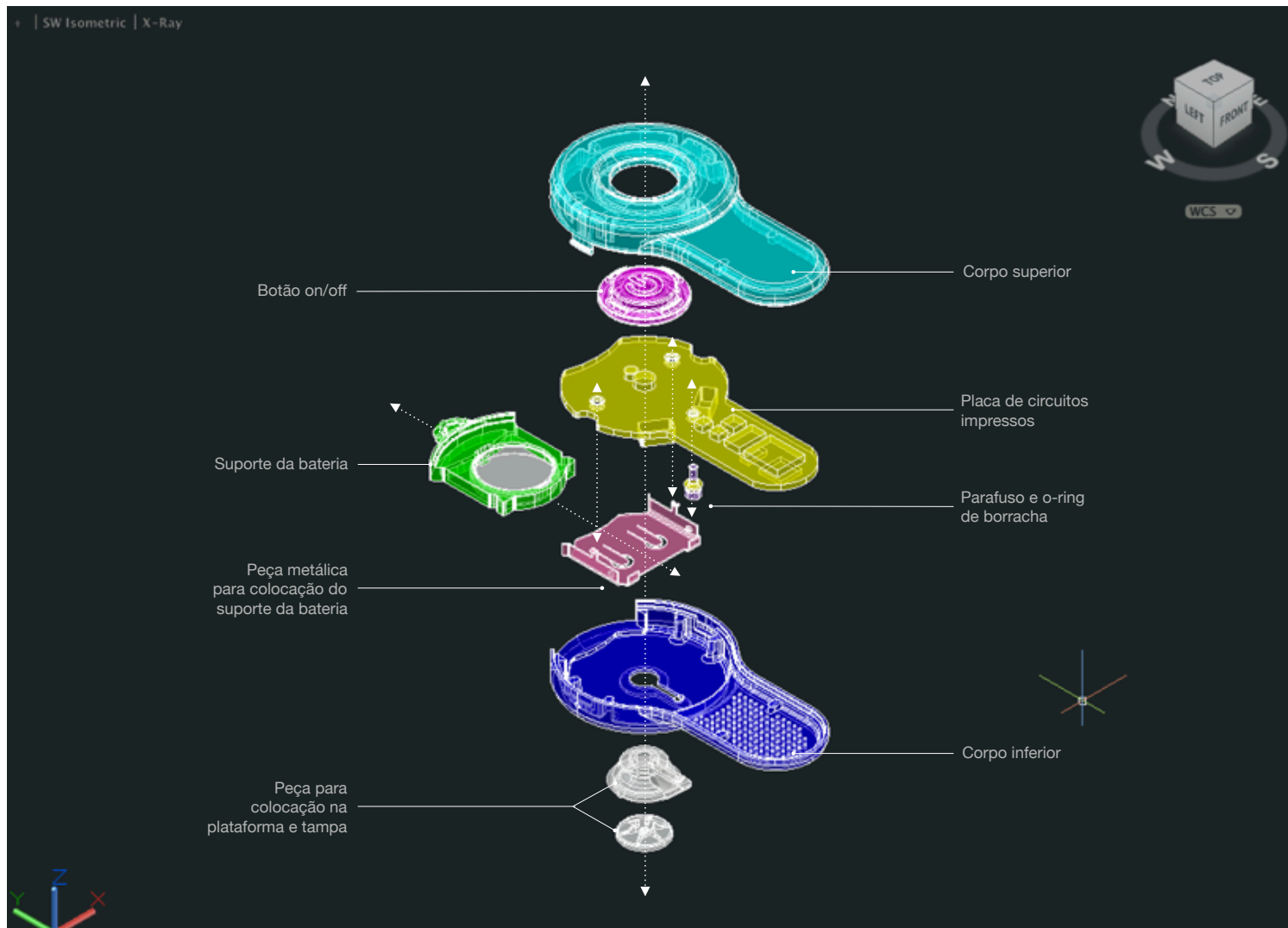


Figura 143 Axonometria CAD 3D explodida para visualização de todos os componentes do sensor.

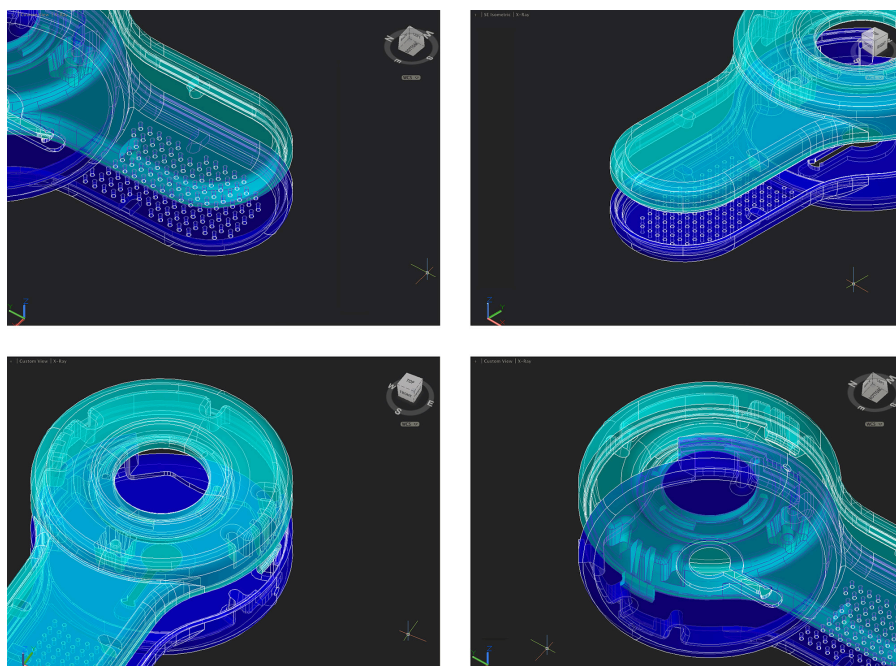


Figura 144 Modelos CAD 3D do corpo superior e inferior para ilustração de pormenores técnicos do sensor.

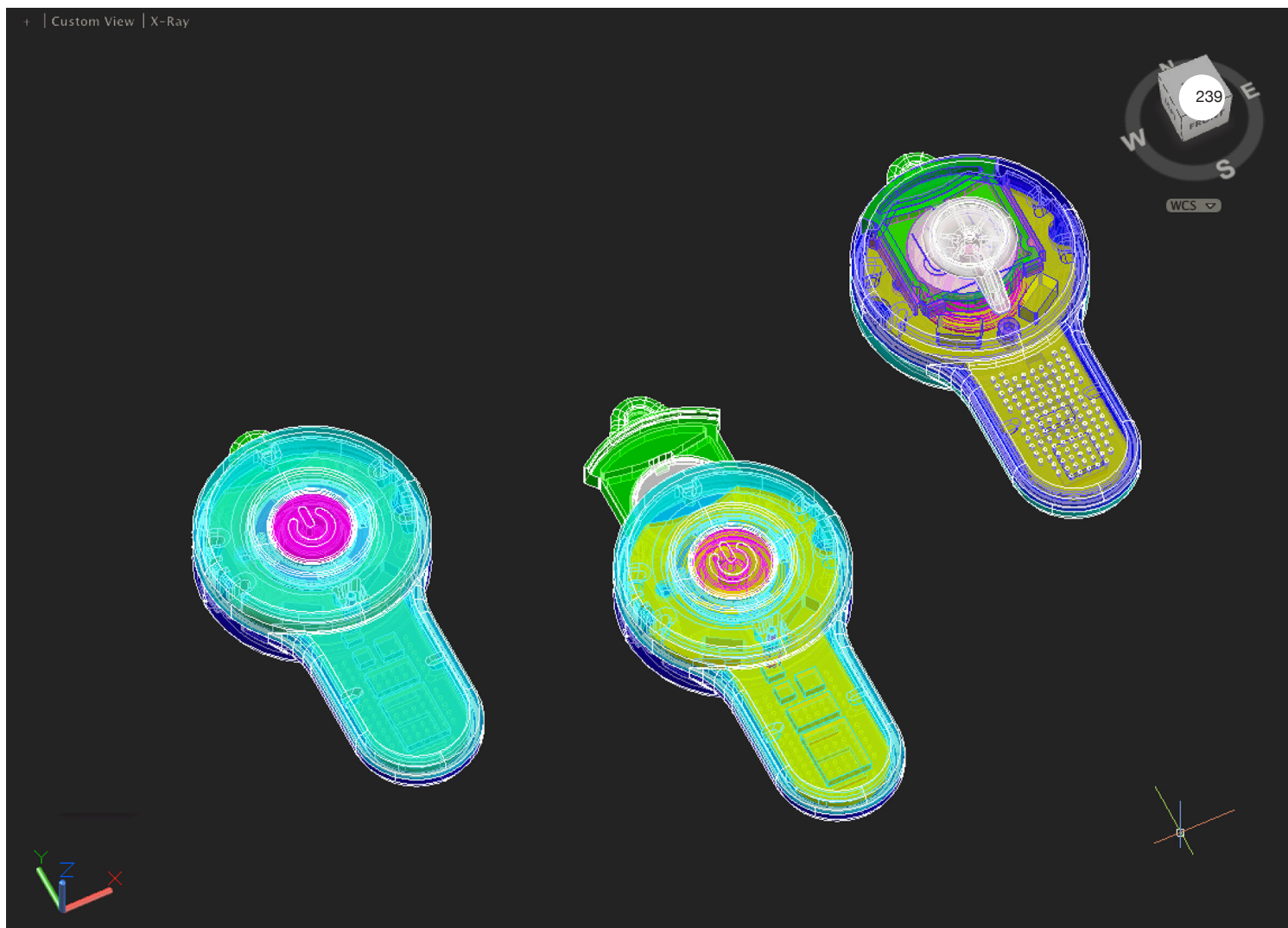


Figura 146 Modelos CAD 3D do sensor com todas as peças montadas.

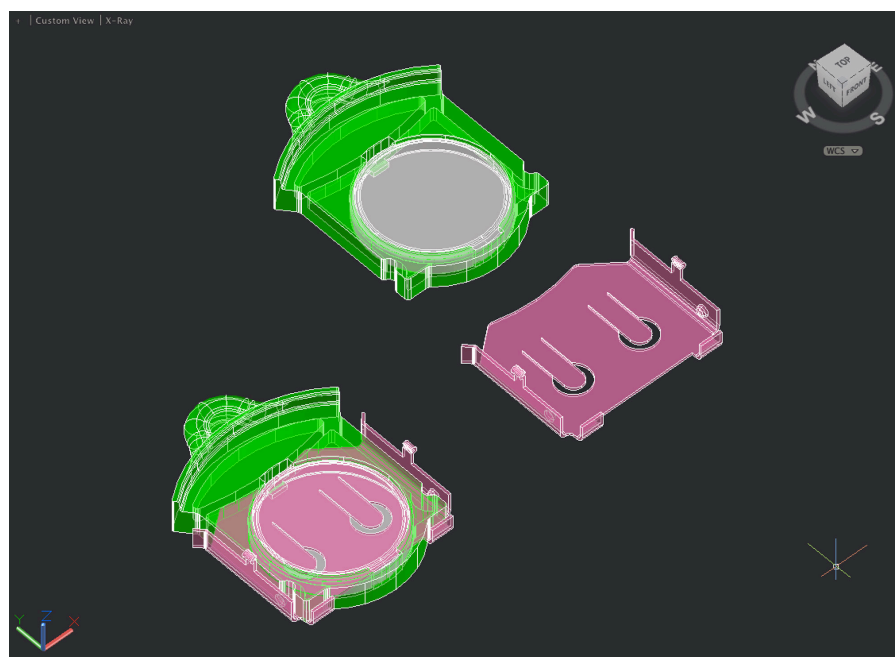


Figura 145 Modelos CAD 3D do suporte da bateria e da peça metálica de fixação à placa de circuitos impressos.

A concepção e desenvolvimento da placa de circuitos impressos com os seus componentes eletrônicos, como referimos anteriormente pode ser consultada nos artigos CISTI 2013 e IEEE Sensors 2014; contudo o desenvolvimento do sensor foi realizado de forma integrada, ou seja, todas as funcionalidades do sensor, quer de uso, quer técnicas foram desenvolvidas em uníssono. Nenhum dos componentes, ou peças, serviu de referência para o desenvolvimento de todos os outros; foram sim, ao longo das diversas iterações, adaptando-se uns aos outros de forma a obter um resultado final mais integrado e amigável do utilizador, sem no entanto descuidar a realização técnica. Na Figura 147 encontram-se os desenhos da última versão da placa de circuitos impressos. Na imagem superior podemos ver, pintado a preto, os limites proibitivos da placa, estes limites indicam que nessas zonas não pode haver nenhum tipo de componente electrónico, ou pistas de ligação entre eles. Estes limites referem-se a uma pequena área em redor de toda a placa, área essa que será ensanduichada pelas nervuras do corpo superior e inferior do sensor na ajuda à sua fixação; três áreas circulares que correspondem à furação para o parafuso de fixação da placa ao corpo superior e onde será soldada a peça metálica para o suporte da bateria; na frente da placa encontram-se, ao centro, os limites para o botão de ligar e desligar, assim como, um LED para indicação luminosa do botão. Na imagem inferior podemos ver o desenho técnico da placa, com as dimensões dos principais pontos de referência, para produção do protótipo funcional.

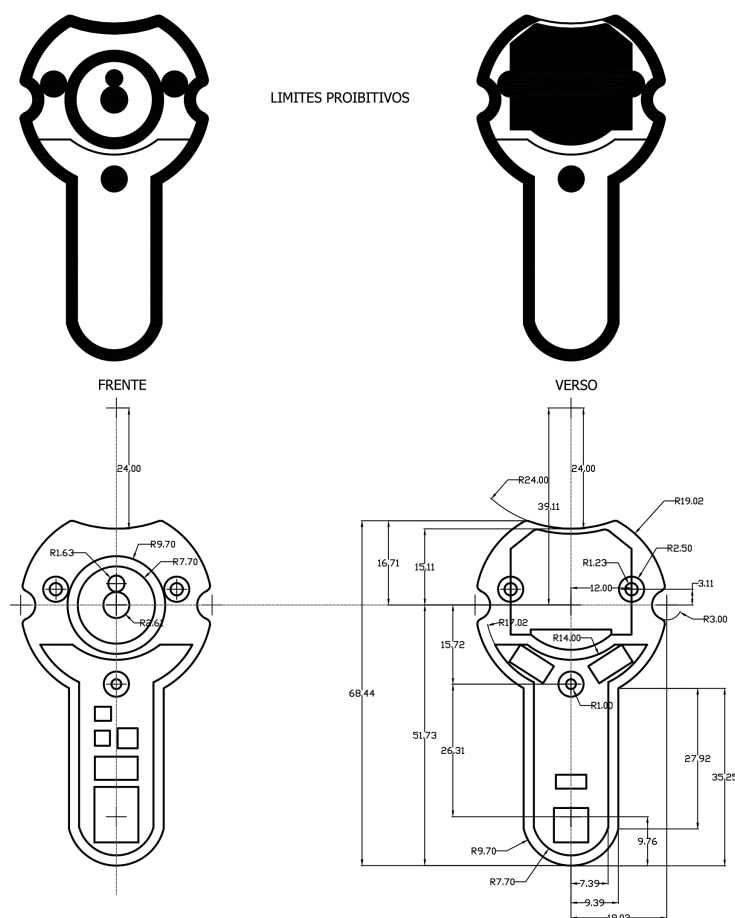


Figura 147 Desenho CAD da placa de circuitos impressos com os limites proibitivos e as dimensões.

11.4.8 Realização de protótipos funcionais

O sétimo e último passo do processo de concepção e desenvolvimento, consiste na realização de protótipos funcionais das diferentes alternativas que foram surgindo durante a iteração entre a modelação CAD 3D e impressão 3D de modelos tridimensionais, tal como referido no início do capítulo anterior (11.4.7). O objetivo deste passo é criar modelos tridimensionais reais e funcionais que possam ser testados de forma a validar todas as opções formais, técnicas, funcionais e ergonómicas que foram sendo tomadas durante todo o processo de concepção e desenvolvimento do sensor.

Após a realização dos primeiros modelos CAD 3D a equipa de imediato começou a imprimir modelos tridimensionais para validação dimensional, como as dimensões mínimas, tolerâncias e visualização dos modelos. Na Figura 148 podemos ver todos os protótipos realizados durante o desenvolvimento. Foram utilizados três processos de impressão 3D com base em tecnologias e materiais diferentes. Cada tipo de impressão foi usada num momento do desenvolvimento em que era necessário testar determinada característica ou geometria. Nos parágrafos seguintes estão descritos os três processos de impressão e o objectivo de terem sido usados durante as diferentes etapas do desenvolvimento.

Protótipos em cerâmica para validação de pormenores técnicos como os encaixes; este processo de impressão permite um rigor dimensional muito bom (0,1 mm por camada), mas com propriedades mecânicas de rigidez muito altas que inviabilizam o teste a pormenores onde a flexibilidade do material é fundamental para o seu funcionamento, como por exemplo, o encaixe do corpo superior com o inferior. A impressora 3D que nos permitiu fazer os primeiros protótipos foi uma ZPrinter 450 da ZCorp, a tecnologia usada nesta forma de impressão consiste na deposição de um ligante, camada a camada, sobre um pó de micropartículas de cerâmica, posteriormente os modelos são infiltrados com cianoacrilato, este processo dá aos modelos uma boa rigidez mecânica, mas, uma ductilidade muito baixa, tornando-os quebradiços.

Protótipos em Poli (ácido lácteo) (PLA), um termoplástico biodegradável à base de ácido lácteo e que é depositado camada a camada (Fused Deposition Modeling) através de uma mini extrusora. Neste caso, a impressora 3D que usamos foi a Replicator 2 da MakerBot, Esta impressora permite uma impressão rápida e com uma qualidade de acabamento de 0,1 mm por camada, no entanto a Replicator 2 não está vocacionada para a impressão de modelos funcionais devido à instabilidade dimensional e contração do material. Neste caso, os modelos que foram impressos demonstraram uma grande qualidade de acabamento na superfície exterior, ou interior das peças. Contudo, na superfície inversa, devido à existência de suportes de impressão não solúveis, a Replicator 2, após a impressão e extração mecânica dos suportes, origina deformações nas geometrias mais pormenorizadas em especial nos pormenores funcionais, revelando incapacidade para a construção de um modelo de conjunto bem integrado.

Por fim, a última versão dos protótipos funcionais foi impressa numa Fortus 250mc da Stratasys impressora que tal como a Replicator 2 utiliza a tecnologia de Fused Deposition Modeling, mas neste caso o material de impressão é o termoplástico ABS, material que devido às suas propriedades mecânicas permite maior estabilidade dimensional e volumétrica, assim como a flexibilidade necessária para testar encaixes de pressão, como os usados na fixação do corpo superior ao inferior e ao do suporte da bateria com a peça metálica. Neste caso foi também possível imprimir a saliência no corpo superior onde será roscado o parafuso que fixa a placa de circuitos impressos. Esta tecnologia de impressão permite que o modelo seja construído sob suportes solúveis e que facilmente são extraídos da peça.



Figura 148 Imagens dos protótipos funcionais de todas as peças que constituem o sensor, protótipos impressos em três materiais diferentes.

Após a realização dos vários protótipos nos três tipos de materiais para refinamento geométrico, volumétrico de pormenor, concluiu-se que a versão final do sensor seria impressa na tecnologia FDM que permite a impressão em ABS, com o rigor dimensional e estrutural necessários à realização de um protótipo funcional. A Figura 149 mostra o protótipo da última versão do sensor, todas as peças plásticas que constituem o corpo, o suporte da bateria e a peça de colocação na plataforma, assim como um protótipo da placa de circuitos impressos aparafusada no corpo superior do sensor.

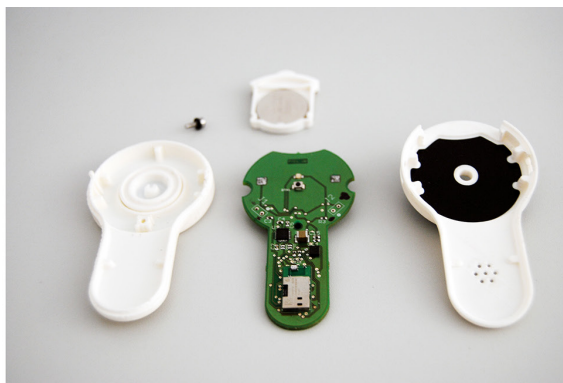


Figura 149 Protótipo final para teste do sensor; corpo superior e inferior, suporte da bateria, pilha e placa de circuitos impressos.

Conceção e desenvolvimento do interface gráfico da aplicação

A realização de protótipos funcionais para testar a versão final do sensor, implicou que a equipa desenvolvesse também um protótipo da aplicação. Como referimos no Capítulo 11.4 a aplicação é a interface entre o sensor e o smartphone do utilizador. Sem esta interface não seria possível testar se o sensor consegue detectar uma queda e nesse seguimento despoletar uma mensagem de alerta para um familiar ou prestador de cuidados.

As características anatómicas e fisiológicas do envelhecimento (Capítulo 3.2) alteram a performance física e cognitiva da população sénior, como diminuição de movimentos de alcance, destreza de movimentos e diminuição da visão. Neste sentido, a equipa definiu que a interação entre o utilizador sénior e a aplicação, assim como a conectividade com o sensor, deveria ser intuitiva, fácil de perceber e memorizar através de uma navegação assente num menu simples com as opções essenciais ao funcionamento do sistema de detecção de quedas.

A equipa estabeleceu dois grupos de interação necessários ao funcionamento do sistema, sendo o primeiro a conectividade entre o sensor e a aplicação do smartphone, e o segundo a navegação dentro da aplicação. A conectividade entre o sensor e a aplicação no smartphone é feita através de quatro passos simples: (1º) Ligar a aplicação; (2º) Fazer o sign in na aplicação; (3º) Ligar o sensor (o sensor sincroniza com smartphone); (4º) Acesso ao menu inicial da aplicação, o sistema está pronto a funcionar e neste momento qualquer queda que o utilizador dê, será detectada pelo sistema e acionado um alerta. Na Figura 150 estão representados esses passos de forma infográfica.

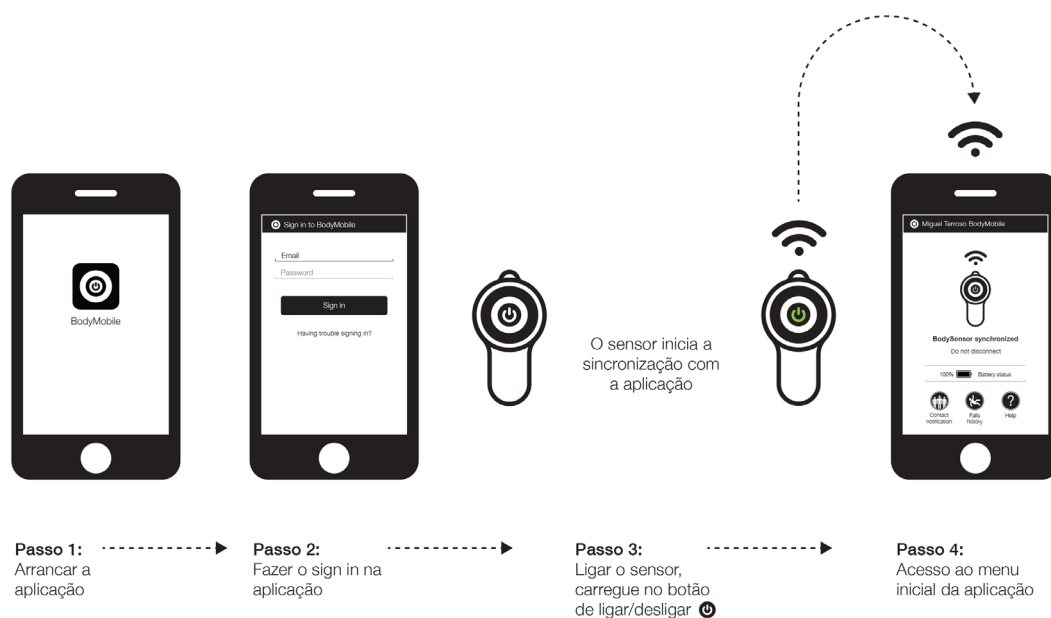


Figura 150 Infografia explicativa dos quatro passos para iniciar a sincronização entre o sensor e a aplicação.

Depois destes quatro passos iniciais o sensor está sincronizado e pronto a ser usado. Nesta fase o sensor será colocado no bolso da plataforma, junto ao peito do utilizador, e a partir deste momento toda a interação com o sistema de detecção de quedas faz-se através da aplicação instalada no smartphone. Toda a experiência de navegação dentro da aplicação é efectuada com base em elementos iconográficos e verbais como podemos ver na Figura 151. A experiência de uso é baseada em dois momentos de interacção:

1º O arranque da aplicação e sincronização com o sensor

Quando o utilizador carrega no ícone da aplicação que se encontra no desktop do smartphone, inicia-se uma pequena animação introdutória que finaliza com a hipótese do utilizador criar uma nova conta, ou aceder à sua conta já criada, se é um novo utilizador, ou um utilizador já registado. Após o login uma animação indica que o sensor deve ser ligado para iniciar a sincronização, que se inicia logo de imediato. Depois de sincronizado o sensor, a aplicação inicia o segundo momento de interacção a partir do menu principal.

2º Menu principal e navegação

O menu principal é onde se encontram todas as funcionalidades da aplicação: o estado de conexão com o sensor; o nível da bateria do sensor; e os três submenus para escolha do contacto da pessoa a alertar no caso de um evento de queda, o histórico de quedas, e uma breve ajuda para voltar a sincronizar o sensor com a aplicação no caso de ligação se perder.

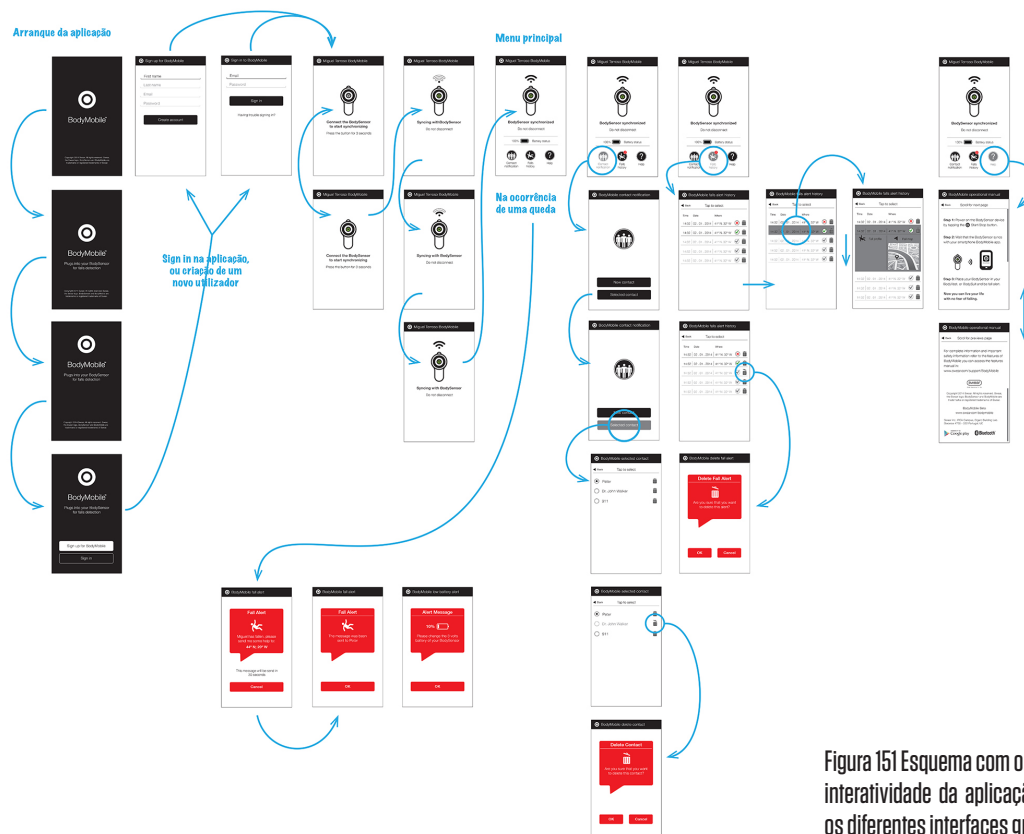
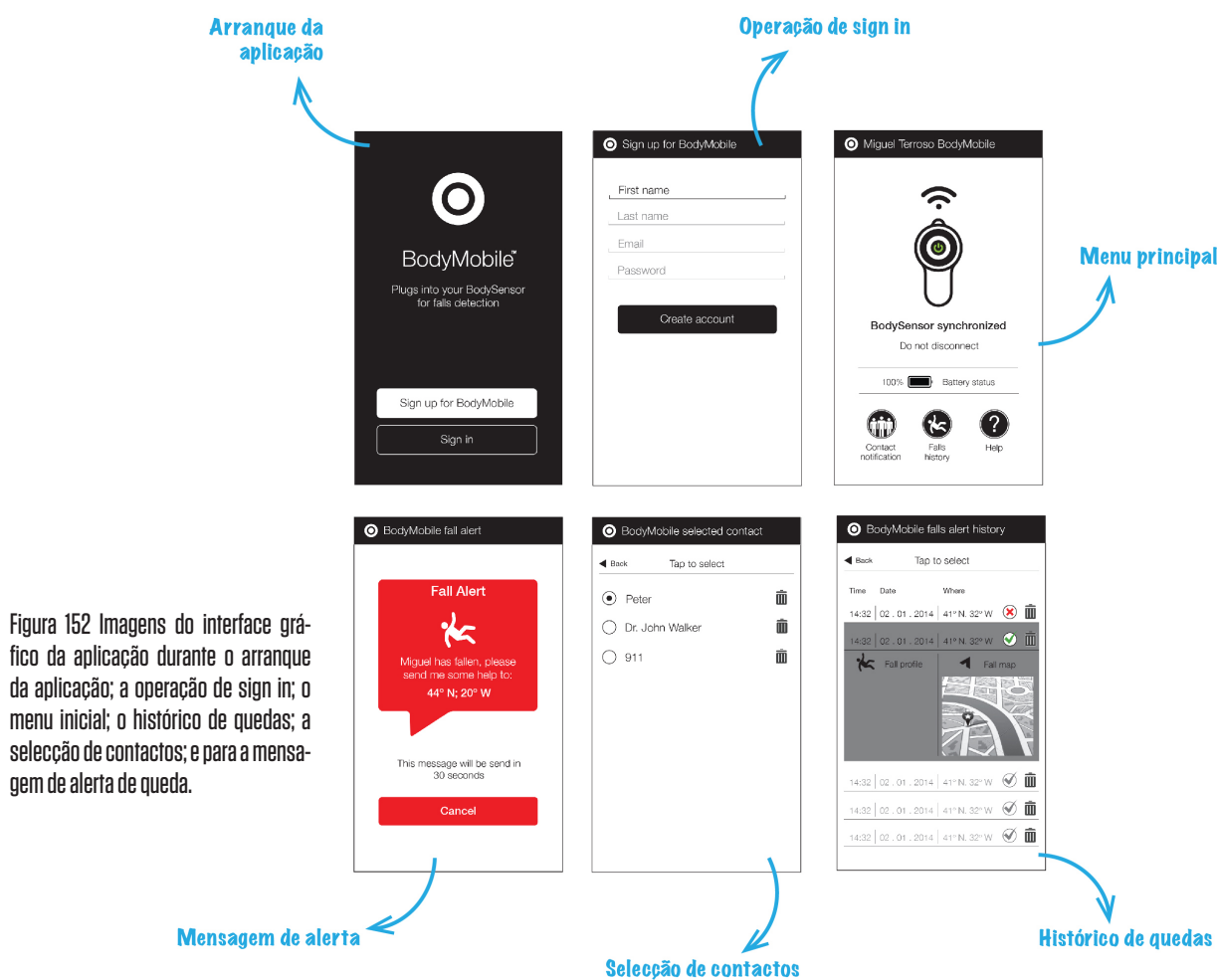


Figura 151 Esquema com o fluxo de interatividade da aplicação entre os diferentes interfaces gráficos.

Toda a experiência de navegação foi pensada e concebida de forma ser simples, rápida e o menos intrusiva possível. A ideia é que o utilizador tenha uma experiência tipo “get and go”, ou seja, ligar o sensor, correr a aplicação no smartphone, registar-se e estar pronto para fazer a sua vida diária sem ter ler densos manuais de instruções, ou perder vários minutos a programar o sistema, ou ainda ter de estar constantemente a atualizar informação. Em suma, a experiência de uso deve ser uma não experiência, o utilizador deve esquecer-se que está a usar o sistema de detecção de quedas, sistema esse que só aparece no caso de um evento de queda. Contudo, a possibilidade de o utilizador poder fazer ligeiras alterações no sistema, como mudar o contacto da pessoa a alertar, ou consultar o histórico, é permitida pela aplicação se o utilizador assim o desejar. Para isso recorremos a uma linguagem gráfica simples e universal, baseada em símbolos facilmente reconhecidos, frases curtas e diretas. Na Figura 152 podemos ver alguns exemplos do interface gráfico usado no arranque da aplicação, durante a operação de sign in, para o menu principal, histórico de quedas, selecção de contactos a alertar, e a mensagem de alerta, que é acionada em pop up, no caso de o sistema detectar um evento de queda.



Para finalizar falta só referir que foi submetido para revisão um artigo ao *The international Journal of Aging and Society* e que tem como título “Product design for senior population: a wearable system for physical protection and fall detection” (Terroso et al., 2014), que descreve o método constituído por sete passos no design e desenvolvimento do sistema de protecção física e assistência ativa que descrevemos ao longo deste trabalho. Esse método é constituído pela definição e caracterização do problema que representa o impacto físico, social e económico das quedas na população sénior; a transformação de problemas, extraídos desse grupo de população, em necessidades; a identificação dos principais interessados na necessidade de protecção física e assistência ativa; validação se o âmbito das necessidades é apropriado; definição dos requisitos do sistema; geração e desenvolvimento de conceitos de solução; e por fim a validação do conceito mais promissor através da construção de protótipos funcionais.

CONCLUSÃO

TRABALHO FUTURO

Conclusão

Uma das grandes conquistas do século XX e do início deste século é a humanidade ter consigo aumentar a esperança média de vida da população, pelo menos a população ocidental, aumento esse que em muito se deve aos avanços da tecnologia e a descobertas na medicina e na farmacologia. Contudo, esse aumento, juntamente com a diminuição da natalidade, projeta uma tendência para um envelhecimento da população global, com implicações sérias na sustentabilidade dos sistemas de saúde e de segurança social. Conceber e desenvolver políticas, serviços e produtos que contribuam para a melhoria da qualidade de vida, como a autonomia para uma vida mais ativa mesmo durante o envelhecimento, são em nosso ver importantes para que este grupo da população consiga acrescentar à conquista de uma vida mais longa, uma vida também mais participativa e ativa, em suma com mais qualidade.

No contexto de contribuir para a melhoria da qualidade de vida, enunciada no parágrafo anterior, este estudo consistiu na exploração da tese de que a protecção física e uma assistência mais ativa e eficaz nas quedas em pessoas com mais de 65 anos, pode ser de grande importância para potenciar a independência e autonomia durante o processo de envelhecimento. Pode também, e numa perspectiva física e de protecção das zonas corporais mais susceptível a lesões, contribuir para manter a integridade física do utilizador no caso da ocorrência de uma queda.

A realização do estudo foi organizada em três partes sequenciais. A **primeira parte** consistiu em definir e caracterizar o problema, ou seja, estudar todo o tipo de consequências físicas que as quedas podem originar numa pessoa com idade avançada. Foi também importante perceber se as consequências físicas tinham reflexo na economia da pessoa que caí, assim como, o impacto económico nos sistemas de saúde dos tratamentos de lesões. Por fim, as consequências sociais que as quedas na população idosa podem originar no relacionamento mais próximo da pessoa, como entre família, ou mesmo numa visão mais geral que engloba vários grupos da sociedade. Neste contexto que foi colocada a primeira pergunta de investigação:

- Quais são as consequências físicas, económicas e sociais das quedas na população sénior?

Como procura de resposta a esta pergunta foi feita uma análise, que oferece uma visão geral da literatura entre os anos de 1995 e 2010, numa escala vasta e heterogênea, do impacto físico, económico e social das quedas na população idosa.

Os objetivos dos estudos analisados, que têm como foco a caracterização das quedas na população idosa, são muito diversificados. Fatores que podem provocar quedas, consequências das quedas, frequência e circunstâncias em que ocorrem, a prevalência e a incidência, produtos e serviços de prevenção, minimização e reabilitação, são algumas das temáticas abordadas. A incidência e prevalência de quedas na população idosa e as consequências físicas que podem derivar das quedas são elevadas. As principais patologias que potenciam as quedas, podem ser do tipo neurológico; músculo-esquelético; cardiovascular; e de outro tipo de patologias.

Os fatores de risco das quedas são também muito diversos e podem acontecer em simultâneo. Esses fatores de risco podem ser comportamentais, biológicos, ambientais e socioeconómicos. Os fatores de risco biológicos são aqueles com maior incidência de referências pela literatura e com o maior número de fatores identificados. Os factores comportamentais são o segundo maior grupo em referências. Os fatores de risco socioeconómicos não tiveram grande incidência na literatura.

As consequências físicas das quedas podem ser categorizadas em quatro grupos: fraturas, lesões, contusões e outros tipos de consequências. As fraturas da anca e as fraturas ósseas indiferenciadas foram o tipo de fraturas mais referenciadas. As contusões na cabeça foram as contusões com maior incidência de referências, seguida de abrasões. As lesões nas extremidades superiores e nos tecidos moles, as lacerações e as luxações, foram as mais referenciadas na literatura.

Os efeitos fisiológicos das quedas na população idosa são a morte, morbilidade, declínio funcional, inatividade, dependência funcional e perda de autonomia, depressão, e a perda de autoconfiança e eficácia. A morte e a morbilidade são os efeitos fisiológicos mais referenciados, assim como o declínio funcional. Os efeitos fisiológicos das quedas, estão interligados numa relação de causa-efeito, a existência de uns potencia o aparecimento de outros.

As estratégias e os mecanismos de prevenção, minimização e reabilitação das quedas são focados em três momentos: antes, durante e depois da queda e podem ser de ordem física, ambiental e comportamental. As intervenções de ordem física e focadas na reabilitação, foram as com maior incidência de referências na literatura. O ajustamento da medicação, os sistemas de revestimento para protecção da anca e os programas de nutrição adequada, foram as intervenções físicas com mais incidência na literatura. As ambientais, estão mais focadas nos momentos que ocorrem antes e depois das quedas, tendo como principais intervenções as modificações no ambiente edificado e no doméstico e a remoção de obstáculos. As intervenções comportamentais, como maior actividade física e exercício, avaliação e gestão de factores de risco, modelos de reabilitação com base no treino da marcha, foram aquelas com mais referências.

A literatura faz poucas referências aos custos que as quedas acarretam para os sistemas de saúde e, relativamente aos custos para as pessoas que caem e para os seus familiares, não foi encontrada nenhuma referência. Algumas das previsões para os próximos anos, são contraditórias nos valores previstos. Contudo, os custos, para os serviços de saúde devido a lesões provenientes de quedas é bastante elevado.

Tal como o impacto económico, o impacto social das quedas na população idosa, en-

contra na literatura poucas referências. Este impacto pode ser verificado pelos indicadores de mortalidade, de morbidade, de deficiência e de perda de independência funcional como aqueles que mais afectam a participação social das pessoas idosas. A redução na participação em actividades sociais pode ser resultado da elevada perda de independência funcional que as quedas, e as lesões daí provenientes, podem acarretar.

A **segunda parte** do estudo teve como base a identificação de necessidades reais provenientes das consequências físicas das quedas na população com mais de 65 anos. Nesse âmbito foi colocada a seguinte questão:

- Como podemos extrair necessidades reais dos problemas físicos das quedas neste tipo de população?

Uma das formas de extrair necessidades de utilizadores reais sobre as consequências das quedas, é através da consulta directa das pessoas que se encontram em risco de cair. Neste sentido foi elaborado um inquérito para ser realizado a pessoas seniores em risco de cair, a acompanhantes, prestadores de cuidados e familiares. O inquérito englobava várias dimensões, como a caracterização dos inquiridos, o historial médico e de quedas, assim como, o impacto económico das quedas no tratamento de lesões. Foram elaborados dois tipos de inquéritos, um para ser respondido pelos seniores em risco de cair, e outro por familiares, médicos e acompanhantes.

As necessidades identificadas não foram extraídas directamente das respostas e resultados obtidos da realização do inquérito. A extração de necessidades obedeceu a um processo que se baseou nos resultados e nas conclusões obtidos, com base nessas conclusões foram identificados problemas para cada resultado e posteriormente cada problema foi transformado em necessidades. Um resumo dessas necessidades serviu de output para a identificação e definição dos requisitos que a solução de protecção física e assistência ativa deveria respeitar.

Após a extração de necessidades de utilizadores seniores reais, o passo seguinte consistiu na identificação dos interessados na necessidade de protecção física e de uma assistência mais ativa e eficaz. Desta forma foi colocada a pergunta:

- Quem são os principais interessados na necessidade de protecção física e assistência mais ativa no caso de ocorrer um evento de queda?

A resposta a esta pergunta passa pela análise de dois tipos de processos, ou fluxos de acontecimentos. O processo de acontecimentos e consequências em caso de queda, onde é simulado um evento de queda com diferentes tipos de lesões, pouco severas, severas e muito severas, e o fluxo do dinheiro envolvido na assistência após o evento de queda. Com base nestes dois tipos de processos foram identificados vários intervenientes, quer para o processo de auxílio e assistência, tratamento e recuperação, quer no processo de financiamento dessa assistência e dos cuidados de saúde necessários à total recuperação de possíveis lesões e ferimentos.

Os intervenientes, nos dois tipos de processo, são categorizados em quatro grupos de interessados na necessidade: o primeiro, constituído pelos principais interessados são os seniores em risco de cair; o segundo grupo é constituído pelos prestadores de cuidados de saúde; o terceiro grupo são os pagadores desses cuidados; por último o grupo dos financiadores dos cuidados. Estes quatro grupos de interessados na necessidade são divididos em dois tipos de interesse, os interessados na minimização das lesões e os interessados na

minimização dos custos inerentes aos tratamentos das lesões. As pessoas seniores que se encontram em risco de cair são igualmente interessados na minimização de ambos, das lesões e dos custos associados.

Depois de identificados os principais interessados na necessidade e, ter-se verificado que a panóplia de interessados é vasta, o que em certa medida valida a necessidade do ponto de vista físico e económico, foi necessário estabelecer um perfil de utilizadores de forma a que se pudesse conhecer em detalhe todas as características físicas, sensoriais e sociais do utilizador potencial para uma solução de protecção física e assistência ativa. Foi então colocada a seguinte questão:

- Qual é o perfil dos utilizadores potenciais de uma solução de protecção física e de assistência mais ativa?

O perfil estabelecido foi estruturado nas dimensões que correspondem à idade, ao sexo, nacionalidade, nível educativo mínimo para conseguir interagir com a solução, a experiência prévia no uso de produtos similares, idioma nativo, possíveis incapacidades, ocupação e ou profissão, nível de motivação no uso do produto e outras características físicas não mencionadas. O perfil estabelecido foi bastante completo e não se limitou a um perfil assente em território nacional, ou mesmo ocidental; teve a preocupação de englobar todos os tipos de população mundial, em especial aqueles países onde o envelhecimento da população é, ou será, num futuro próximo um dado adquirido.

É de salientar que a faixa etária que se encontra em maior risco de queda é a que começa nos 65 anos e termina no final da vida, contudo, no perfil estabelecido foi só considerado que o limite de uso de uma solução vestível de protecção física e assistência ativa andará entre os 80 anos, visto que as incapacidades e perda de mobilidade de idades superiores. Podem inviabilizar o seu uso por este tipo de população. Contudo, grupos de população com idades inferiores aos 65 anos podem também ser utilizadores potenciais, sobretudo pessoas com profissões com elevado risco de quedas, ou até mesmo desportos radicais e de contacto.

Relativamente ao sexo de utilizadores potenciais que integram este perfil, ambos os sexos são válidos. Os dados recolhidos na literatura e através do inquérito, indicam que as quedas na população sénior não escolhem sexo, embora se perceba que a população feminina possa ter maior vantagem no uso de uma solução de protecção física e assistência ativa. As mulheres são mais, vivem mais tempo e devido à osteoporose encontram-se mais frágeis fisicamente à medida que envelhecem.

A definição de um perfil de utilizadores seniores bastante heterógeno originou a dúvida se não haveria já solução para a protecção física e detecção de quedas destinadas a este grupo de população. A possibilidade de uso de um sistema baseado em produtos que minimizem a ocorrência de lesões e da própria detecção das quedas, por um grupo tão vasto de utilizadores potenciais, seniores e não seniores, é bastante interessante e em nossa opinião com um potencial de crescimento enorme. Contudo, é preciso validar que ainda não existe solução para esta necessidade. Neste sentido foi então colocada a seguinte questão:

- Como podemos validar que a necessidade é pertinente e ainda não tem solução?

A pertinência da necessidade é validada pela existência de uma população sénior bastante numerosa e com tendência de aumento no futuro, e da existência de outros grupos e tipos de população que se encontram em elevado risco de cair. Esse risco de queda está inerente às actividades próprias de cada grupo, como é o caso dos praticantes de desportos

de contacto, desportos radicais, artes marciais, profissões que são realizadas em altura, de crianças e até mesmo de militares.

No que diz respeito à existência de soluções para a protecção física e assistência pós queda, as soluções são diversas: desde sistemas de protecção física como produtos wearables para a prevenção e minimização de lesões, materiais que dissipam a energia proveniente de um impacto e pads de protecção para regiões mais propensas a lesões. Contudo, nestas soluções a zona que se pretende proteger está restrita a uma determinada região corporal e não há uma solução integrada que permita uma protecção de todas as regiões do corpo. Outra característica destas soluções é o facto algumas terem sido projectadas não para seniores e sim para desportistas de alta competição. No caso da população sénior existem alguns produtos, mas somente para protecção da anca e algumas dessas soluções já se encontram patenteadas.

Foram também identificadas algumas tecnologias de prevenção e detecção de quedas, de localização e rastreamento, tecnologias que potenciam a saúde e o bem estar do utilizador e tecnologias de monitorização portáteis. No entanto, embora já existam algumas soluções patenteadas e algumas até mesmo no mercado, não há uma solução que integre num só sistema de produtos a protecção física de várias zonas corporais sujeitas a lesões com um sistema de detecção de quedas portátil. A atenção dada ao problema das quedas, por diversos agentes da sociedade, comunidade científica, investigadores, inventores e até mesmo produtores com marcas bem implementadas no mercado, revela que a necessidade de soluções, que de alguma forma minimizem, ou previnam as quedas na população em risco de cair, é uma área de potencial interesse. Em nosso entender, este interesse valida a pertinência de desenvolvimento de uma solução de protecção física e assistência ativa e preferencialmente que integrem estas duas funções num só sistema, mas que possam ser usados em separado ou se necessário em conjunto e de forma integrada.

Depois de validado a pertinência da necessidade e confirmado que ainda não existe uma solução integrada de protecção física e assistência ativa no pós queda, o passo seguinte consistia na concepção e desenvolvimento de uma solução que integrasse num só sistema de produtos a protecção de zonas corporais sujeitas a lesões e ao mesmo tempo permitisse uma assistência pós quedas mais rápida e eficaz. É neste contexto que surge a **terceira parte** do estudo, esta parte consistiu precisamente no processo de concepção e desenvolvimento de uma solução integrada que transforma a necessidade de protecção física e assistência ativa num sistema de produtos wearables e, como em qualquer processo de desenvolvimento, um dos primeiros passos foi a definição dos requisitos que o sistema a desenvolver deveria respeitar. Foram então colocadas as seguintes questões:

- Como se podem definir os requisitos para produtos wearables de protecção física e assistência ativa? Quais são esses requisitos?

O desenvolvimento de um modelo para a definição dos requisitos, cujo âmbito prescritivo permitisse a aplicação empírica do modelo, foi um factor fundamental na obtenção de respostas às perguntas colocadas. A transformação das necessidades em requisitos e a sua categorização, a identificação dos factores que influenciam cada requisito e a quantificação de métricas que podem ser mensuráveis na aplicação do requisito à solução para posterior validação, são os primeiros passos do modelo desenvolvido e aplicado. Uma atribuição preliminar de métricas para a relação entre a tecnologia necessária para a aplicação de cada requisito e o custo dessa aplicação foi também considerado, assim como, a classificação da importância, em três níveis de prioridade, ou seja, se o requisito é atractivo, se é desejável e

pode ser melhorado, se é básico, ou se é de baixo interesse para a solução e o seu significado é incongruente.

Os requisitos definidos inserem-se em várias categorias para o desenvolvimento de soluções de proteção física e assistência ativa através de produtos wearables e como tal, as três principais categorias onde se inseriram requisitos foram: as de conforto e ergonomia, de protecção física e a de monitorização. Outras categorias foram também definidas com requisitos importantes ao desenvolvimento deste tipo de soluções. Categorias relacionadas com a parte legal e normativa, de custos reduzidos, segurança, limpeza, durabilidade, carácter sistémico, acessibilidade para montar acessórios, fontes de energia e materiais. Após a categorização, definição e classificação dos requisitos que a solução deveria providenciar ao utilizador, o passo seguinte consiste no desenvolvimento de um conceito de solução que de forma integrada conseguisse responder afirmativamente a cada requisito estabelecido. Neste contexto colocamos a seguinte pergunta:

- Qual o conceito de solução para a necessidade de proteção física e assistência ativa?

O conceito de solução consiste no desenvolvimento de uma linha de proteção osteoarticular e de assistência ativa que se traduz numa plataforma de base têxtil e vestida pelo utilizador tipo *second skin*. Esta plataforma tem o intuito de suportar os pads de proteção em malha 3D nas principais regiões osteoarticulares que estão mais propensas a lesões provenientes de quedas. A plataforma possibilita também a incorporação de um sensor de detecção de quedas que permite ao utilizador, no caso da ocorrência de uma queda, de forma totalmente autónoma enviar um alerta a um familiar, ou prestador de cuidados, a comunicar a ocorrência dessa queda, assim como a localização geográfica onde esse evento ocorreu.

Depois de definido o conceito, a transformação em protótipos funcionais da plataforma, dos pads de proteção e do sensor foi o passo seguinte no desenvolvimento de solução para a necessidade de proteção física e assistência ativa. Nesta altura a questão colocada foi a seguinte:

- Qual o processo para desenvolvimento da plataforma, dos pads de proteção e do sensor de detecção de quedas? Esse processo tem aplicação empírica?

A resposta à primeira pergunta resultou em três métodos de desenvolvimento, um para cada produto, para a plataforma, para os pads de protecção e para o sensor. Embora com objectivos e requisitos diferentes, todos têm um grande foco na aplicação de técnicas de estímulo da criatividade, como o “brainstorming”, desenhos de conceito e modelação CAD 3D. A construção de protótipos preliminares, para validação formal, dimensional, funcional é uma constante no desenvolvimento dos três produtos, assim como a sistemática participação e avaliação, durante a execução de algumas tarefas de desenvolvimento, por parte de utilizadores seniores. Os processos são sobretudo prescritivos e fundamentados pela sua aplicação prática, são lineares, mas abertos a iterações de validação, redefinição e desenvolvimento de versões melhoradas.

O que é que este trabalho acrescenta de novo?

As principais descobertas obtidas ao longo das três partes deste trabalho foram condensadas nos pontos seguintes:

- Um estudo analítico da literatura publicada entre os anos de 1995 e 2010 sobre as consequências físicas, económicas e sócias das quedas na população sénior.
- A identificação de necessidades para o desenvolvimento de um sistema de proteção física e assistência ativa, através de um modelo de inquérito para identificação de problemas e extração de necessidades de seniores em risco de cair.
- A identificação dos interessados na minimização de lesões e dos custos inerentes ao tratamento dessas lesões.
- A definição de um perfil de utilizadores potenciais, de soluções de proteção física e assistência ativa, com mais de 65 anos, de ambos os sexos e que se encontram em risco de cair.
- Um método para a identificação, quantificação e classificação de requisitos para a conceção e desenvolvimento de produtos wearables de proteção física e assistência ativa.
- Um instrumento de medição antropométrico “padometer” adaptável ao corpo e às diferentes morfologias anatómicas, que pode ser de bastante utilidade no dimensionamento de proteções para as articulações, ou para outros estudos antropométricos.
- Uma plataforma de microfibras confortável e ajustável ao corpo, capaz de suportar pads de proteção osteoarticular e um sensor para deteção de quedas.
- Pads de proteção osteoarticular de geometria bio inspirada nas regiões osteoarticulares mais expostas a lesões e que permitem a proteção sem interferir nos movimentos típicos dessas articulações.
- Um processo de embeber os pads de proteção na malha 3D através de costuras coladas a quente que favorecem o conforto do utilizador em substituição das costuras tradicionais cosidas, permite também que os pads não se movam da região de proteção com os movimentos do corpo do utilizador.
- Um sistema de deteção de quedas baseado num sensor wearable que detecta acelerações e variações de posição. Comunica diretamente para uma aplicação no smartphone e aciona alertas de queda com a informação da localização geográfica onde ocorreu o evento.

O que ficou por fazer?

O último output da terceira parte deste trabalho foi existência de protótipos funcionais da plataforma com os pads de proteção embebidos, do sensor de deteção de quedas e da aplicação, assim como, uma lista de requisitos devidamente classificados e quantificados. O estado de desenvolvimento destes protótipos encontra-se bastante avançado para se conseguir produzir uma pequena série com o intuito de todo o sistema de proteção física e assistência ativa poder ser testado com utilizadores reais. Neste sentido, houve duas tarefas de validação da solução que ficaram por fazer e que foram:

- Desenvolvimento e otimização de provas para avaliação de desempenho.
- Avaliação do desempenho dos protótipos para proteção física e assistência ativa.

O desenvolvimento das provas de avaliação do desempenho dos protótipos do sistema de proteção física e assistência ativa, assim como a própria realização dessas provas é uma tarefa que requer tempo e recursos humanos (utilizadores com mais de 65 anos) para realizar os testes. Requer também recursos financeiros para produção de vários protótipos da plataforma, dos pads e do sensor de deteção de quedas. Por estes motivos estas tarefas não puderam ser realizadas durante o presente trabalho.

Trabalho futuro

A realização das provas de avaliação de desempenho da solução, para validação e melhoria de aspectos menos positivos, é uma tarefa fundamental para provar que o sistema de proteção física e assistência ativa funciona, ou seja, que a plataforma é confortável, que os pads de proteção minimizem o impacto proveniente de uma queda e que o sensor e todo o sistema de detecção de quedas realmente as deteta e que comunica com eficácia a origem deste evento com os familiares, ou qualquer outro prestador de cuidados. Desta forma, como trabalho futuro prevemos a realização das duas tarefas que ficaram por fazer e enunciadas no parágrafo anterior.

- O desenvolvimento e otimização de provas para avaliação de desempenho.

O desenvolvimento destas provas passará numa primeira fase, pelo levantamento do estado da arte de provas e modelos, já existentes na literatura, para métodos de avaliação de produtos de proteção física e de sistemas de monitorização. As provas deverão avaliar de forma qualitativa e quantitativa a plataforma, os pads de proteção e o sensor de detecção de quedas. Os requisitos formulados nas Tabelas 31, 32, 33, 34 e 35 servirão de base para a formulação das provas com o intuito de validar que as soluções desenvolvidas cumprem o que foi estipulado.

Para a plataforma deverá ser realizada uma avaliação qualitativa dos requisitos de conforto e ergonomia durante o seu uso diário. Este tipo de avaliação poderá ser feita através de um questionário, ou de observação participada.

Para os pads de proteção deverão ser realizados testes para extrair dados qualitativos relativamente ao conforto e ergonomia no seu uso diário e uma avaliação quantitativa da capacidade de minimização das forças de impacto nas articulações. Neste caso serão utilizados os requisitos de proteção. O perigo de simular quedas com utilizadores reais reside na possibilidade indesejada de ocorrerem lesões durante os testes. Desta forma a avaliação dos pads de proteção deverá ser feita através de métodos de simulação de quedas, com recurso a métodos baseados em elementos finitos e modelos tridimensionais.

Para a avaliação do sistema de detecção de quedas, sensor e aplicação, serão medidos qualitativamente os índices de conforto e ergonomia, assim como uma avaliação quantitativa das funcionalidades, da experiência de uso e da interação entre o utilizador, o sensor e aplicação.

O final do desenvolvimento e otimização das provas para avaliação do desempenho do sistema de proteção física e assistência ativa compreende a sua aplicação prática e real, neste sentido a segunda tarefa que ficou por realizar e que é fundamental para completar o processo de validação é:

- Avaliação de desempenho dos protótipos para proteção física com utilizadores reais em ambiente real.

Pensamos ser bastante interessante para a validação real do sistema, o teste da plataforma, dos pads de proteção e do sensor realizado de forma integrada, ou seja, simular com um grupo de utilizadores toda a experiência de uso. Essa experiência deverá ser simulada em ambiente real e em duas fases: a primeira, consiste na fase de aprendizagem do utilizador a interagir com o produto, basicamente o primeiro contacto com todo o sistema, e uma segunda fase, em que o utilizador já sabe como interagir com o produto e tem com ele uma utilização diária, durante um período de tempo determinado e no seu ambiente

tradicional. Após a validação de todos os produtos que constituem o sistema de proteção física e assistência ativa, a plataforma, os pads de proteção, o sensor e a aplicação pretendemos também lançar a base de um modelo de negócio (start-up) para a conceção, desenvolvimento de produtos vestíveis para proteção ao impacto, ou colisão, destinados a nichos de mercado com potencial de crescimento no futuro, como é o caso de soluções para seniores, desportos de contacto e atividades com elevado risco de queda, promovendo o tecido empresarial nacional e dotando-o de empresas capazes de fornecer bens transacionáveis de alto rendimento, apoiados em tecnologias avançadas com potencial de venda em mercados internacionais.

Por onde pode passar o futuro da investigação na área desta tese?

A investigação sobre o impacto físico das quedas na população com mais de 65 anos abre um vasto leque de possibilidades de investigação futura. Investigação focada na prevenção, minimização e recuperação de lesões e dos efeitos que condicionam a autonomia e a capacidade de os seniores terem uma vida mais ativa e participativa, mesmo durante o processo de envelhecimento, efeitos como o medo de voltar a cair, ou até mesmo de cair sem nunca ter caído.

As soluções de proteção física e assistência ativa, cuja conceção e desenvolvimento descrevemos ao longo deste trabalho, tem o seu principal foco na parte de minimização de lesões. Contudo, o sensor de deteção de quedas pode ser programado para outras funções de sensorização e que vão além da deteção de quedas. Pode também servir para análise de posição corporal e de movimentos do utilizador. Esta função pode ser bastante útil no desenvolvimento de soluções que previnam as quedas. Uma das formas de prevenção de quedas é a avaliação precoce do risco em que o sénior se encontra de cair. Essa avaliação é atualmente feita em hospitais, ou centros de saúde, com acompanhamento médico especializado, com custos para os sistemas de saúde e para o próprio utilizador sénior. Neste contexto colocamos a seguinte questão para investigação futura:

- Como é que o utilizador sénior pode avaliar de forma autónoma, sem necessitar de ajuda de prestadores de cuidados ou familiares, o seu risco de cair?

O teste que é realizado podia ser transformado numa solução para avaliação do risco de cair de forma autónoma, sem a necessidade de recorrer a um prestador de cuidados de saúde, através do sensor e de um serious game para “smartphone” ou “tablet”, que permitem ao utilizador na sua própria casa realizar o teste de risco de cair de forma autónoma e lúdica e enviar relatórios periódicos ao prestador de cuidados.

Em suma, o envelhecimento da população é um problema que a humanidade terá de encarar e encontrar estratégias de solução no futuro. Uma das formas de diminuir o peso desse envelhecimento, na sociedade contemporânea e futura, é desenvolver produtos e serviços especializados nas características físicas, sensoriais e cognitivas próprias deste grupo de população. Muitos desses produtos terão de ser ideias disruptivas relativamente às atuais, visto que o foco do desenvolvimento deixará de ser na população jovem, mas num grupo de população com necessidades e desejos diferentes das que conhecemos atualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOLHASSANI, F.; MOAYYERI, A.; NAGHAVI, M.; SOLTANI, A.; LARIJANI, B.; SHALMANI, H. T. – *Incidence and characteristics of falls leading to hip fracture in Iranian population*. Elsevier, Bone, 2006, 39: 408-413.
- AGUIAR, N. – *Idosos. O que querem os portugueses consumir em 2060?*. Jornal I. (16 Abril 2010).
- ALLANDER, E.; GULLBERG, B.; JOHNNELL, O.; KANIS, J.A.; RANSTAM, J.; ELFFORS, L. – *Circumstances around the fall in a multinational hip fracture risk study: a diverse pattern for prevention*. Accident Analysis & Prevention, Vol. 30, Issue 5, 1998, 607-616.
- ALWAN, M.; NOBEL, J. – *State of Technology in Aging Services*. Interim Report Submitted to: Shield of California Foundation, Cast Center for Aging Services Technologies, 2007. Acedido em Fevereiro de 2010, em: http://www.agingtech.org/documents/bscf_state_technology_phase2.pdf
- ALWAN, M.; RAJENDRAN, P. J.; KELL, Steve; MACK, David; DALAL, Siddharth; WOLFE, Matt; *Living Independently, QuietCare*. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.quietcaresystems.com>
- ANTUNES, J. L. – *A medicina à medida de cada um*. Jornal Expresso, Revista Única. (31 Dezembro 2009).
- ASTM D7019-05, 2010.
- AUGUSTO, J. C.; BLACK, H. G.; MCALLISTER, H. G.; MCCULLAGH, P. J.; NUGENT, C. D. – *Pervasive Health Management: New Challenges for Health Informatics*. Journal of Universal Computer Science, vol. 12, nº. 1, 2006.
- AZEVEDO, P. – *Conversas em Agosto: Entrevista a Diogo Vasconcelos*. Jornal I. (25 Agosto 2009).
- BAILETTI, A. J.; LITVA, P. F. - *Integrating Customer Requirements into Product Designs*. PROD INNOV MANAG, 12, 3-15.
- Ballistic Elbow and Knee Pads, da Point Blank. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.pointblankarmor.com>
- BARATA, C. – *Mundo em 2050: Envelhecimento e queda da natalidade criam uma nova realidade*. Jornal Público, Edição do Porto. (07 Março 2010).
- BEAN, J. F.; KIELY, D. K.; LAROSE, S.; LEVEILLE, S. G.. – *Which Impairments Are Most Asso-*

ciated With High Mobility Performance in Older Adults? Implications for a Rehabilitation Prescription. Arch Physical Medical Rehabilitation 2008; 89: 2278-84.

- BEDELL, G.; YOUNG, R. – *The new old age: perspectives on innovating our way to the good life for all.* Nesta's Lab, April 2009. Acedido em Março de 2010, em: http://www.nesta.org.uk/assets/documents/the_new_old_age
- BELL J.A. 2009. *Wearable Electronic System.* US Patent 2009/0306485 A1, filed Jun. 3, 2009, and issued Dec. 10, 2009.
- BERRY S.D.; CAPOZZI M.; LOZEAU K.; MOLYNEUX J. 2009. *Wearable Device Assembly Having Athletic Functionality.* US Patent 2009/0143689 A1, filed Sep. 5, 2008, and issued Jun. 4, 2009.
- BLYTH, F. M.; CUMMING, R.; MITCHELL, P.; WANG, J. J. – *Pain and falls in older people.* Elsevier, European Journal of Pain 11, 564-571, 2007.
- Body Media, The Makers of GoWear fit. Acedido a 07 de Junho de 2010, em: <http://www.bodymedia.com>
- BONJOUR, J.P.; SCHURCH, M.A.; RIZZOLI, R. – *Nutritional Aspects of Hip Fractures.* Elsevier, Bone, 1996, Vol. 18, No 3: 1395-1445.
- BONNEMAISON, S.; MACY, C. – *Responsive Textile Environments.* Canada: Canadian Design Research Network, Tuns Press, 2007. ISBN: 978-0-9291112-55-8
- BONSIEPE, G. *Teoria e prática do design industrial*, 2ª ed. Lisboa: Edição Portuguesa, Centro Português de Design, 1992.
- BOONEN, S.; DEJAEGER, E.; VANDERSCHUEREN, D.; VENKEN, K.; BOGAERTS, A.; VERSCHUEREN, S.; MILISEN, K. – *Osteoporosis and osteoporotic fracture occurrence and prevention in the elderly: a geriatric perspective.* Best Practice in Research Clinical Endocrinology & Metabolism Vol. 22, NO. 5, 2008, 765-785.
- BRODY, J. E. – *A droga perfeita: quem quer viver para sempre?.* New York Times, Exclusivo Jornal I, Caderno Reportagem. (04 Setembro 2009).
- BROWNELL, B. – *Transmaterial: A catalog of materials that redefine our physical environment.* New York: Princeton Architectural Press, 2006. ISBN: 978-1-56898-563-3
- BUCKMAN, R.F. 2005. *Method and Apparatus for Body Impact Protection.* US Patent 2005/0067816 A1, filed Jun. 18, 2004, and issued Mar. 31, 2005.
- CAVANAUGH, J. T.; SHINBERG, M.; RAY, L.; SHIPP, K. M.; KUCHIBHATLA, M.; SCHENKMAN, M. – *Kinematic characterization of standing reach: comparison of younger vs. older subjects.* Elsevier, Clinical Biomechanics 14, 1999, 271-279.
- Centers for Disease Control and Prevention, injury Prevention and Control (CDC). *Falls Among Older Adults: An Overview.* Home and Recreational Safety. Available: <http://www.cdc.gov/HomeandRecreationalSafety/Falls/adultfalls.html> [Accessed 07 June 2010].
- CHAN, D. K.; HILLIER, G.; COORE, M.; COOKE, R.; MONK, R.; MILLS, J.; HUNG, W. T. – *Effectiveness and acceptability of a newly designed hip protector: a pilot study.* Archives of Gerontology and Geriatrics 30, 2000, 25-34.
- CHANG, C.; CHEN, M.; TSAI, C.; HO, L.; CHAU, Y.; LIU, C. – *Medical conditions and medications as risk factors of falls in the inpatient older people: a case-control study.* International Journal of Geriatric Psychiatry Vol. 26, Issue 6, 2010, 602-607.
- CHEN, Y.; HWANG, S.; CHEN, L.; CHEN, D.; LAN, C. – *Risk Factors for Falls Among Elderly Men in a Veterans Home.* Journal of the Chinese Medical Association Vol. 71, Issue 4, 2008, 180-185.
- CHOI, W.J.; HOFFER, J.A.; ROBINOVITCH, S.N. – *The effect of positioning on the biomechanical of soft shell hip protectors.* Journal of Biomechanics 43, 2010, 818-825.
- CHOI, W.J.; HOFFER, J.A.; ROBINOVITCH, S.N.. – *Effect of hip protectors, falling angle and body mass index on pressure distribution over the hip during simulated falls.* Clinical Biomechanics 25, 2010, 63-69.

- CHURCH, S.; ROBINSON, T.; ANGLES, E.; TRAN, Z.; WALLACE, J. – *Postoperative falls in the acute hospital setting: characteristics, risk factors, and outcomes in males*. The American Journal of Surgery Vol. 201, Issue 2, 2011, 197-202.
- COIMBRA, A. M. V.; RICCI, N. A.; COIMBRA, I. B.; COSTALLAT, L. T. L. – *Falls in the elderly of the Family Health Program*. Elsevier, Archives of Gerontology and Geriatrics, 2010.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES - *Design as driver of user-centred innovation*. Brussels: Commission Staff Working Document, SEC (2009)501 final, 2009.
- DARLINGTON, M.J.; CULLEY, S.J. - *A model of factors influencing the design requirement*. Design Studies, 25, 2004, 329-350.
- DEGOEDE, K. M.; ASHTON-MILLER, J. A.; SCHULTZ, A. B. – *Fall-related upper body injuries in the older adult: a review of the biomechanical issues*. Elsevier, Journal of Biomechanics 36, 1043-1053; 2003.
- DELOITTE – *Innovation that matters. How innovations is currently supported in an ageing society*. Nesta's Lab, April 2009. Acedido em Março de 2010, em: <http://www.nesta.org.uk/library/documents/innovation-that-matters.pdf>
- DEMURA, S.; SATO, S.; YAMAJI, S.; KASUGA, K.; NAGASAWA, Y. – *Examination of validity of risk assessment items for screening high fall risk elderly among the healthy community-dwelling Japanese population*. Archives of Gerontology and Geriatrics, 2010.
- DERLER, S.; SPIERINGS, A.B.; SCHMITT, K.U. – *Anatomical hip model for the mechanical testing of hip protectors*. Medical Engineering & Physics 27, 2005, 475-485.
- DESTAQUE – *Projeções de População Residente em Portugal 2000-2050: Envelhecimento da População Agrava-se no Futuro*. INE Instituto Nacional de Estatística Junho de 2003.
- DIMATTEO, F.J. 1996. *Female Athletic Protective System*. US Patent 5,483,705, filed Nov. 4, 1994, and issued Jan. 16, 1996.
- D3o. In d3o homepage. Acedido a 19 de Janeiro de 2010, em <http://www.d3olab.com>
- Dow Corning Active Protection System. Acedido a 24 de Maio de 2010, em: <http://www.activeprotectionsystem.com>
- EASTERBROOK, L.; HORTON, K.; ARBER, S.; DAVIDSON, K. – *International review of interventions in falls among older people*. London: A report for the Health Development Agency, Department of Trade and Industry. Acedido em Setembro de 2010, em: <http://www.viewcare.co.uk/Publications/fallsint.pdf>
- EN 1621-1 e 2, 2003.
- EVANS, D.; HODGKINSON, B.; LAMBERT, L.; WOOD, J. – *Fall prevention: a systematic review*. Clinical Effectiveness in Nursing Vol. 3, Issue 3, 1999, 106-111.
- EVX V Shoulder Pads, da Kooga Rugby – Rugby Boots, Shirts, Jerseys, Shorts. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.kooga-rugby.com>
- FAES, M.; REELICK, M.; MELIS, R.; BORM, G.; ESSELINK, R.; OLDE RIKKERT, M. – *Multifactorial Fall Prevention for Pairs of Frail Community-Dwelling Older Fallers and their Informal Caregivers: A Dead End for Complex Interventions in the Frailest Fallers*. Journal of American Medical Directors Association, 2010.
- FINLAYSON, M. L.; PETERSON, E. W. – *Falls, Aging, and Disability*. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, Vol. 21, Issue 2, 2010, 357-373.
- FISK, A. D.; ROGERS, W. A.; CHARNESS, N.; CZAJA, S. J.; SHARIT, J. – *Designing for older adults: principles and creative human factors approaches*. Washington, D.C.: CRC Press LCC, 2004. ISO-415-28611-5
- FLETCHER, P.; GUTHRIE, D.; BERG, K.; HIRDES, J. – *Risk factors for restriction in activity associated with fear of falling among seniors within the community*. Journal of Patient Safety; Vol. 6, Issue 3, 2010, 187-191.
- FORMIGA, F.; NAVARRO, M.; DUASO, E.; CHIVITE, D.; RUIZ, D.; PEREZ-CASTEJON, J. M.;

LOPEZ-SOTO, A.; PUJOL, R. – *Factors associated with hip fracture-related falls among patients with a history of recurrent falling*. Bone, 2008, 43: 941-944.

- FREDERICK, E.; HOLDEN, L.M.; DETERMAN, J. - *Dynamically Moderated Shock Attenuation System*. US Patent 2009/0300949 A1, filed Jul. 6, 2009, and issued Dec. 10, 2009.

- FREITAS, R.; TERROSO, M.; MENDES, J.; MARQUES, A.T.; SIMOES, R. - *Wearable sensor networks supported by mobile devices for fall detection*; IEEE SENSORS 2014 Valencia (accepted for presentation).

- FUAD-LUKE, A. – *Design Activism: Beautiful Strangeness for a Sustainable World*. London: Earthcan, 2009.

- *Futuro: A iminente junção de comunicações sem fios, redes sociais e medicina irá transformar os cuidados de saúde*. The Economist, Exclusivo Jornal Expresso, Primeiro Caderno. (17 Abril 2010).

- GAMA, Z.; CONESA, A. – *Morbilidad, factores de riesgo y consecuencias de las caídas en ancianos*. Fisioterapia Vol. 30, Issue 3, 2008, 142-151.

- GeriGlove® The Original Arm Protector, Prevent Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com>

- GeriHip® Hip Protector Set of Brief & Pads, Prevent Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com>

- GeriLeg® The Original Leg Protector, Prevent Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com>

- GIANISANTI, D.; MACCIONI, G.; CESINARO, S.; BENVENUTI, F.; MACELLARI, V. – *Assessment of fall-risk by means of a neural network based on parameters assessed by a wearable device during posturography*. Medical Engineering & Physics Vol. 30, Issue 3, 2008, 367-372.

- GIL, J. – *Portugal: a realidade anestesiada*. Jornal I. Texto original publicado em Castelha-no. (25 Setembro 2009).

- GOLDSMITH, T. C. – *Aging theories and their implications for medicine*. June 2006, Rev. 4/2008. Acedido em Abril de 2010, em: http://www.azinet.com/aging/anti-aging_medicine.pdf

- GOMES, C. – *Futuro: Os desafios em aberto com o envelhecimento da sociedade*. Jornal Público, Edição do Porto. (07 Março 2010).

- GÓMEZ, J. – *Effectiveness of the combined use of several scales to measure risk of fall in the elderly*. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología Vol. 11, Issue 2, 2008, 60-67.

- GPSIT GPS International Technologies, Inc. Covert Tracking. Acedido a 04 de Junho de 2010, em: <http://www.gpsit.com>

- GRABINER, Mark D.; DONOVAN, Stephanie; BAREITHER, Mary Lou; MARONE, Jane R.; HAMSTRA-WRIGHT, Karrie; GATTS, Strawberry; TROY, Karen L.. – *Trunk kinematics and fall risk of older adults: Translating biomechanical results to the clinic*. Elsevier, Journal of Electromyography and kinesiology 18, 2008, 197-204.

- Grand Care Systems. Acedido a 03 de Junho de 2010, em: <http://www.grandcare.com>

- GREENSPAN, S. L.; MYERS, E. R.; KIEL, D. P.; PARKER, R. A.; HAYES, W. C.; RESNICK, N. M. – *Fall Direction, Bone Mineral Density, and Function: Risk Factors for Hip Fracture in Frail Nursing Home Elderly*. The American Journal of Medicine, Vol. 104, Issue 6, 1998, 539-545.

- Halo Monitoring – Independence Redefined. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.halomonitoring.com>

- HAYES, W. C.; MYERS, E. R.; ROBINOVITCH, S. N.; VAN DEN KROONENBERG, A.; COURTNEY, A. C.; MCMAHON, T. A. – *Etiology and Prevention of Age-Related Hip Fractures*. Elsevier, Bone Vol. 18. No. 1 Supplement. January 1996.

- HERWING, O. – *Universal Design: Solutions for a barrier-free living*. Germany: Birkhauser Verlag AG, 2008. ISBN: 978-3-7643-8718-1

- HELAL, A.; MOKTARI, M.; ABDULRAZAK, B. - *The Engineering Handbook of Smart Technology*

for Aging, Disability, and Independence. New Jersey: Wiley, John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2008. ISBN: 978-0-471-71155-1

- HELMS, M., VATTAM, S.S., GOEL, A.K. - *Biologically Inspired Design: Process and Products*. Design Studies 30, 606-622, USA, 2009.
- HENDRICH, A.; NYHUIS, A.; KIPPENBROCK, T.; SOJA, M. - *Hospital falls: development of a predictive model for clinical practice*. Applied Nursing Research Vol. 8, Issue 3, 1995, 129-139.
- HILBE, J.; SCHULC, E.; LINDER, B.; THEM, C. - *Development and alarm threshold evaluation of a side rail integrated sensor technology for the prevention of falls*. International Journal of Medical Informatics Vol. 79, Issue 3, 2010, 173-180.
- HILL, A.; HILL, K.; BRAUER, S.; OLIVER, D.; HOFFMANN, T.; BEER, C.; MCPHAIL, S.; HAINES, T. P. - *Evaluation of the effect of patient education on rates of falls in older hospital patients: Description of a randomised controlled trial*. BioMed Central Geriatrics, 2009, 9:14. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2318/9/14>
- Hip VPD 2.0 Shorts, da POC Sports. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.pocsports.com>
- HO, S.; WOO, J.; CHAN, S.; YUEN, Y.; SHAM, A. - *Risk Factors for Falls in the Chinese Elderly Population*. The Journals of Gerontology; Series A, Vol. 51A, Issue 5, 1996, M195-M198.
- HOLZER, L. A.; SKRBENSKY, G.; HOLZER, G. - *Mechanical testing of different hip protectors according to a European Standard*. International Journal of the Care of the Injured 40, 2009, 1172-1175.
- HONEYCUTT, P.; RAMSEY, P. - *Factors contributing to falls in elderly men living in the community*. Geriatric Nursing Vol. 23, Issue 5, 2002, 250-255.
- Honeywell HomMed. Acedido a 04 de Junho de 2010, em: <http://www.hommed.com>
- HUANG, J.; DURDEN, H.; CHOWDHURY, M. - *Bio-inspired armor protective material systems for ballistic shock mitigation*. Materials and Design 32, 3702-3710, USA, 2011.
- IMetrikus, Healthier Populations Through Active Biometrics. Acedido a 07 de Junho de 2010, em: http://www.imetrikus.com/prod_MCconnect.html
- JACOB, B. - *Comparing and contrasting the industrialized nations: the U.S., Germany and Japan*. Essen: Universal Design: Best Practice V. 1, Reddot edition, Verlag, 2009. ISBN: 978-3-89939-112-1
- JUNG, D. - *Fear of Falling in Older Adults: Comprehensive Review*. Asian Nursing Research Vol. 2, Issue 4, 2008, 214-222.
- KANE, R. L.; OUSLANDER, J. G.; ABRASS, I. B.; RESNICK, B. - *Essentials of Clinical Geriatrics*. Sixth Edition: McGraw-Hill Medical, 2009. ISBN: 978-0-07-149822-7
- KANIS, J.A.; JOHNELL, O.; ODEN, A.; JONSSON, B.; DE LAET, C.; DAWSON, A. - *Risk of Hip Fracture According to the World Health Organization Criteria for Osteopenia and Osteoporosis*. Bone, Vol. 27, N° 5, 2000, 585-590.
- KANG, T.; MERRIT, C.; KARAGUZEL, B.; WILSON, J.; FRANZON, P.; POURDEYHIMI, B.; GRANT, E.; NAGLE, T. - *Sensors on Textiles Substrates for Home-Based Healthcare Monitoring*. D2H2. 1st Transdisciplinary Conference on volume, Issue, 2-4 April 2006.
- KANNUS, P.; SIEVANEN, H.; PALVANEN, M.; JARVINEN, T.; PARKKARI, J. - *Prevention of falls and consequent injuries in elderly people*. The Lancet, Vol. 366, Issue 9500, 2005, 1885-1893.
- KANO, N.; SERAKU, N.; TAKAHASHI, F.; TSUJI, S. - *Attractive quality and must-be quality*. Journal of the Japanese Society for Quality Control, 14, 1984, (2): 39-48.
- KAPTOGE, S.; JAKES, R.W.; DALZELL, N.; WAREHAM, N.; KHAW, K.T.; LOVERIDGE, N.; BECK, T.J.; REEVE, J. - *Effects of physical activity on evolution of proximal femur structure in a younger elderly population*. Elsevier, Bone 40: 506-515, 2007.
- KENNY, R. A.; ORTURO, R. R.; COGAN, L. - *Falls*. Medicine, Vol. 37, Issue 2, 2009, 84-87.
- KESKIN, D.; BORMAN, P.; ERSOZ, M.; KURTARAN, A.; BODUR, H.; AKYUZ, M. - *The Risk*

Factors Related to Falling in Elderly Females. Geriatric Nursing Vol. 29, Issue 1, 2008, 58-63.

- KINIRONS, M.; HOPPER, A.; BARBER, M. – *Falls in older people*. Women's Health Medicine Vol. 3, Issue 4, 2006, 173-174.
- KOBŁASZ A., KOBŁASZ M., MCKEEMAN R.S., CSISZAR L. 2003. *Patient Monitoring Devices and Methods*. US Patent 2003/0010345 A1, filed Feb. 2, 2003, and issued Jan. 16, 2003.
- Korpertech Body Armour, da BlitzSports. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.blitzsport.com>
- LARSON, L.; BERGMANN, T. F. – *Taking on the fall: The etiology and prevention of falls in the elderly*. Clinical Chiropractic Vol. 11, Issue 3, 2008, 148-154.
- LAURITZEN, J. B. – *Hip Fractures: incidence, Risk Factors, Energy Absorption, and Prevention*. Elsevier, Bone Vol. 18. No. 1, Supplement. 65S-75S, 1996.
- LAYBOURNE, A.H.; BIGGS, S.; MARTIN, F.C. – *Falls exercise interventions and reduced falls rate: Always in the patient's interest?*. Age and Ageing 2008; 37: 10-13.
- LEDSHAM, R.; BOOTE, J.; KIRKLAND, A.; DAVIES, S. – *What is it like to use hip protectors? A qualitative study of the views and nurses and patients*. Clinical Effectiveness in Nursing 951, 2006, 97-105.
- LEHTOLA, S.; KOISTINEN, P.; LUUKINEN, H. – *Falls and injurious falls late in home-dwelling life*. Elsevier, Archives of Gerontology and Geriatrics, 2006, 42:217-224.
- LESTER, P.; HAQ, M.; VADNERKAR, A.; FEUERMAN, M. – *Falls in the Nursing Home Setting: Does Time Matter?*. Journal of the American Medical Directors Association Vol. 9, Issue 9, 2008, 684-686.
- Life Alert Medical Protection. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.lifealert.com/medical.html>
- LIN, C.; HSU, H. C.; LAY, Y.; CHIU, C.; CHAO, C. – *Wearable device for real-time monitoring of human falls*. Elsevier, Measurement 40, 2007, 831-840.
- LOCKHART, T. E.; WOLDSTAD, Jeffrey C.; SMITH, J. L. – *Effects of age-related gait changes on the biomechanics of slips and falls*. Taylor & Francis, Ergonomics, 2003; Vol. 46, N° 12, 1136-1160.
- LOCKHART, T.; KIM, S.; KAPUR, R.; JARROTT, S. – *Evaluation of Gait Characteristics and Ground Reaction Forces in Cognitively Declined Older Adults With an Emphasis on Slip-Induced Falls*. Taylor & Francis, Assistive Technology, 2009; 21:188-195.
- LORD, S. R.; SHERRINGTON, C.; MENZ, H. B. – *Falls in older people: risk factors and strategies for prevention*. Second Edition: Cambridge University Press, 2007. ISBN: 13 978-0-521-68099-8. Citação da definição original de quedas de Gibson et al.
- LUPRANO, J. – *Biotex: Bio-sensing textile for health management*. Neuchâtel: Biotex Project Office, CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique, SA, 2006.
- LUPRANO, J.; CAROS, J. S. I.; RIDOLFI, A.; PASCHE, S.; GROS, B. – *New generation of smart sensors for biochemical and bioelectrical applications*. Neuchâtel: Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA, 2007.
- LUO H. - *Wearable Mini-size Intelligent Healthcare System*. US Patent 2008/0200774 A1, filed Feb. 16, 2007, and issued Aug. 21, 2008.
- MARQUES, M.; TERROSO, M.; FREITAS, R.; MARQUES, A. T.; SIMÕES, R. - *A procedure for a mechanical evaluation of an undefined osteo-protective material*. Accident Analysis & Prevention; 2014, submitted for review.
- MARSHALL, S. W.; RUNYAN, C. W.; YANG, J.; COYNE-BEASLEY, T.; WALLER, A. E.; JOHNSON, R. M.; PERKIS, D. – *Prevalence of selected risk and protective factors for falls in the home*. American Journal of Preventive Medicine, Vol. 28, Issue 1, 2005, 95-101.
- MAYNARD, R. - *Shock Absorbing Body Protector*. US Patent 5,235,703, filed Nov. 18, 1991, and issued Aug. 17, 1993.

- MCCLURE, R. J.; HUGHES, K.; MCKENZIE, K.; DIETRICH, U.; VARDON, P.; DAVIS, E.; NEWMAN, B – *The population approach to falls injury prevention in older people: findings of two community trial*. BMC Public Health 2010, 10:79. Acedido em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/10/79>
- MCKAY, A.; PENNINGTON, A.; BAXTER, J. - *Requirements management: a representation scheme for product specifications*. Computer-Aided Design, 33, 511-520.
- MELTON, L.J. – *Epidemiology of Hip Fractures: Implications of the Exponential Increase With Age*. Bone Vol. 18, No. 3, 1996, 121-125.
- MENZ, H.; MORRIS, M.; LORD, S. – *Foot and Ankle Risk Factors for Falls in Older People: A Prospective Study*. The Journals of Gerontology; Series A, Vol. 61, Issue 8, 2006, 866-870.
- MICHAEL, Y.; LIN, J.; WHITLOCK, E.; GOLD, R.; FU, R.; O'CONNOR, E.; ZUBER, S.; BEIL, T.; LUTZ, K. – *Interventions to Prevent Falls in Older Adults*. Evidence Syntheses No. 80, 2010.
- MILLER, C. C. – *Twitter? Isso é coisa de crescidos!*. New York Times, Exclusivo Jornal I, Caderno Reportagem. (11 Setembro 2009).
- MILLER, W. C.; SPEECHLEY, M.; DEATHE, B. – *The Prevalence and Risk Factors of Falling and Fear of Falling Among Lower Extremity Amputees*. Archives Physical Medical Rehabilitation Vol. 82, 2001.
- Model 71 Fragmentation, da Mars Armor. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.marsarmor.com>
- MORRIS, J.; MUELLER, J.; JONES, M. – *Tomorrow's elders with disabilities: what the wireless industry needs to know*. Journal of Engineering Design, vol. 00, nº 0, 2009.
- MOYLAND, K. C.; BINDER, E. F. – *Falls in older Adults: Risk Assessment, Management and Prevention*. Elsevier, The American Journal of Medicine 120, 493-497; 2007.
- MUIR, S. W.; BERG, K.; CHESWORTH, B.; KLAR, N.; SPEECHLEY, M. – *Quantifying the magnitude of risk for balance impairment on falls in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis*. Elsevier, Journal of Clinical Epidemiology, 2010, 63: 389-406.
- MYERS, A. H.; YOUNG, Y.; LANGLOIS – *Prevention of Falls in the Elderly*. Elsevier, Bone Vol. 18, No. 1, Supplement. January 1996: 87S-101S
- NIEUWENHUIZEN, R.; DIJK, N.; BREDA, F.; SCHEFFER, A.; KOREVAAR, J.; CAMMEN, T.; LIPS, P.; GOSLINGS, J.; ROOIJ, S. – *Assessing the prevalence of modifiable risk factors in older patients visiting an ED due to a fall using the CAREFALL Triage Instrument*. The American Journal of Emergency Medicine Vol. 28, Issue 9, 2010, 994-1001.
- Nike+. Acedido a 07 de Junho de 2010, em: http://nikerunning.nike.com/nikeos/p/nike-plus/pt_BR/plus
- NuMetrex Cardio Shirt. In Numetrex homepage. Acedido em 5 de Dezembro de 2009, em <http://www.numetrex.com/about/cardio-shirt>
- NUNES, C. – *Este país é para velhos*. Jornal Expresso, Caderno de Economia. (27 Março 2010).
- NYAN, M.N.; TAY, F. E.H.; MAH, M. Z.E. – *Application of motion analysis system in pre-impact fall detection*. Elsevier, Journal of Biomechanics 41, 2297-2304, 2008. [01]
- NYAN, M.N.; TAY, F. E.H.; MURUGASU; E. – *A wearable system for pre-impact fall detection*. Journal of Biomechanics 41, 2008, 3475-3481.
- ODASSO, M.; LEVINSON, P.; GORE, B.; TREMBLAY, L.; BERGMAN, H. – *A Flowchart System to Improve Fall Data Documentation in a Long-Term Care institution: A Pilot Study*. Journal of the American Medical Directors Association Vol. 8, Issue 5, 2007, 300-306.
- O'HALLORAN, P.; CRAN, G. W.; BERINGER, T.; KERNOHAN, G.; ORR, J.; DUNLOP, L.; MURRAY, L. – *Factors affecting adherence to use of hip protectors amongst residents of nursing homes – A correlation study*. International Journal of Nursing Studies Vol. 44, Issue 5, 2007, 672-686.
- OLIVER, D.; HEALEY, F.; HAINES, T. P. – *Preventing Falls and Fall – Related Injuries in Hospi-*

tals. *Clinics in Geriatric Medicine*, Vol. 26, Issue 4, 2010, 645-692.

- OMS, Organização Mundial de Saúde – *Guia Global das Cidades Amigas das Pessoas Idosas*. Lisboa: Edição em língua Portuguesa, pela Fundação Calouste Gulbenkian, 2009. ISBN: 978-989-95568-6-7
- PACHECO, M.; LOPES, B. F. – *Envelhecimento: Em 20 anos, teremos das reformas mais baixas do mundo Ocidental*. *Jornal I*. (26 Setembro 2009).
- PAGE, A.; PORCAR, R.; SUCH, M. J.; SOLAZ, J.; BLASCO, V. – *Nuevas Técnicas para el Desarrollo de Productos Innovadores Orientados al Usuario*. Valencia, Instituto de Biomecánica de Valencia, 2001.
- PETELENZ, T.J., PETERSON, S.C., JACOBSEN, S.C. - *Elderly Fall Monitoring Method and Device*. US Patent 6,433,690 B2, filed Dec. 11, 2000, and issued Aug. 13, 2002.
- PETERSON, E. W.; CHO, C. C.; KOCH, L.; FINLAYSON, M. L. – *Injurious Falls Among Middle Aged and Older Adults With Multiple Sclerosis*. *Arch Physical Medical Rehabilitation* 2008; 89: 1031-7.
- PINHEIRO, M. M.; CICONELLI, R. M.; MARTINI, L. A.; FERRAZ, M. B. – *Risk factors for recurrent falls among Brazilian women and men: the brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS)*. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 26(1): 89-96, 2010.
- Philips Lifeline Medical Alarm. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.lifelinesys.com/content/lifeline-products/how-lifeline-works>
- Philips, Telehealth Solutions. Acedido a 07 de Junho de 2010, em: http://www.health-care.philips.com/main/products/telehealth/Products/telehealth_solutions.wpd
- Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2008 Revision*, <http://esa.un.org/unpp>
- Posey Hipsters® EZ, Posey Healthcare Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com> (2)
- Posey Hipsters® Standard Brief, Posey Healthcare Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com> (1)
- Posey Knitted Heel/Elbow Protectors, Posey Healthcare Products. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.preventproducts.com>
- *Preventing Falls: What Works*. National Center for Injury Prevention and Control. Atlanta, Georgia. 2008. Acedido em Abril 2010 em: <http://www.cdc.gov/ncipc/preventingfalls>
- PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; WINTER, D. A. – *Gait in the elderly*. Elsevier, *Gait and Posture* 5, 1997, 128-135.
- Protection Shoulder Synergie 12, da Gilbert Rugby. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.gilbertrugby.com>
- PULLIN, G. – *Design meets disability*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 2009. ISBN: 978-0-262-16255-5
- PYNOOS, J.; STEINMAN, B. A.; NGUYEN, A. Q.D. – *Environmental Assessment and Modification as Fall Prevention Strategies for Older Adults*. *Clinics in Geriatric Medicine* Vol. 26, Issue 4, 2010, 633-644.
- R700 shoulder pads, da Kipsta. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.kipsta.com>
- REID, Jr., and DOLLYHITE, D.G. - *Impact Protection and Performance Garment*. US Patent 7,434,423, filed Apr. 29, 2005, and issued Oct. 14, 2008.
- RUBENSTEIN, L.Z.; JOSEPHSON, K.R. – *Intervenciones para reducir los riesgos multifactoriales de caídas*. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontología*, Vol. 40, Supplement 1, 2005, 45-53.
- SafeHip Select Protection, Tytex Group. Acedido a 07 de Maio de 2012, em: <http://www.safehip.com>
- SCHEFFER, A. C.; SCHUURMANS, M. J.; DIJK, N.; HOOFT, T.; ROOIJ, S. E. – *Fear of falling*:

measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. Oxford Journals, Age and Ageing 2008; 37: 19-24.

- SCSO Senior Care Solutions Online, Atlas Rx. Acedido a 04 de Junho de 2010, em: <http://www.seniorcaresolutionsonline.com/atlas.html>
- Shockskin™ 5-Pad Sleeveless Impact Shirt, da ShockDoctor. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.shockdoctor.com>
- SHU, L.H., UEDA, K., CHIU, I., CHEONG, H. - *Biologically inspired design*. CIRP Annals – Manufacturing Technology Volume 60, Issue 2, 673-693, USA, 2011.
- SLEET, D. A.; MOFFETT, D. B.; STEVENS, J. – *CDC's research portfolio in older adult fall prevention: A review of progress, 1985-2005, and future research directions*. Journal of Safety Research, Vol. 39, Issue 3, 2008, 259-267.
- Smartlife HealthVest. In Smartlife Technology Ltd. homepage. Acedido em 13 de Dezembro de 2009, em <http://www.smartlifetech.com/technology/Health-Vest/>
- Spine Ergo, da POC Sports. Acedido a 09 de Maio de 2012, em: <http://www.pocsports.com>
- Skin GS JR VPD, da POC Sports. Acedido a 09 de Maio de 2012, em: <http://www.pocsports.com>
- Spine VPD Tee, da POC Sports. Acedido a 09 de Maio de 2012, em: <http://www.pocsports.com>
- SOUTHARD, V.; DAVE, M.; DAVIS, M. G.; BLANCO, J.; HOFFERBER, A. – *The Multiple Tasks Test as a predictor of falls in older adults*. Elsevier, Gait & Posture 22, 2005, 351-355.
- SRYGLEY, J. M.; HERMAN, T.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J. M. – *Self-Report of Missteps in Older Adults: A Valid Proxy of Fall Risk?*. Archives Physical Medical Rehabilitation, 2009, Vol. 90, Issue 5, 786-792.
- STEVENS, J. A.; OLSON, S. – *Reducing falls and resulting hip fractures among older women*. Home Care Provider Vol. 5, Issue 4, 2000, 134-141.
- STEVENS, J. A.; SOGOLOW, E. D. - *Preventing Falls: What Works*. National Center for Injury Prevention and Control. Atlanta, Georgia. 2008. Acedido em Abril 2010 em: <http://www.cdc.gov/ncipc/preventingfalls>
- STEL, V. S.; SMIT, J. H.; PLUIJM, S. M.F.; LIPS, P. – *Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline*. Age and Ageing 2004; 33: 58-65.
- STURNIEKS, D.; TIEDEMANN, A. – *Falls*. International Encyclopedia of Public Health, 2008, 563-569.
- SVANSTROM. L.; ADER, M.; SCHELP, L.; LINDSTROM, A. – *Preventing femoral fractures among elderly: The community safety approach*. Safety Science Vol. 21, Issue 3, 1996, 239-246.
- Tactical Leg Armor, da Point Blank. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.pointblankarmor.com>
- TAMPIERI, A., SPRIO, S., SANDRI, M., VALENTINI, F. - *Mimicking natural bio-mineralization processes: A new tool for osteochondral scaffold development*. Trends in Biotechnology 29, No. 10, Italy, 2011.
- TEASELL, R.; MCRAE, M.; FOLEY, N; BHARDWAJ, A. – *The Incidence and Consequences of Falls in Stroke Patients During Inpatient Rehabilitation: Factors Associated With High Risk*. Archives Physical Medical Rehabilitation 2002, 83.
- Telecare Systems, Fall Detector. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.telecaresystems.at>
- TERROSO, M. – *Melhoria da qualidade de vida das pessoas com incapacidade através do design industrial*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009. Tese de Mestrado em Design Industrial.

- TERROSO, M.; MARQUES, A.T.; SIMOES, R. - *Modelo para Definição dos Requisitos no Desenvolvimento de Produtos Wearables de Protecção Física e Assistência Activa.*; In Proc. iDEMI 2012 Florianópolis – II Conferência Internacional de integração do Design, Engenharia e Gestão para a Inovação, Brasil. (1)
- TERROSO, M.; MARQUES, A.T.; SIMOES, R. - *Identificação, quantificação e classificação dos requisitos para produtos wearables de protecção física e assistência activa na população sénior*; In Proc. Designa 2012 University of Beira Interior – Designa 2012 In/Sustainability International Conference on Design Research, Portugal. (2)
- TERROSO, M.; FREITAS, R.; MENDES, J.; MARQUES, A.T.; SIMOES, R. - *Active Assistance for Senior Healthcare: A Wearable System for Fall Detection*; In Proc. CISTI 2013 Lisboa – 8ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Portugal. (3)
- TERROSO, M.; MARQUES, A.T.; SIMOES, R. - *Bio-inspired design process in the development of human joint protections for seniors*; In Proc. iDEMI 2013 Porto – III International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for innovation, Portugal. (4)
- TERROSO, M.; ROSA, N.; MARQUES, A. T.; SIMOES, R. – *Physical consequences of falls in the elderly: a literature review from 1995 to 2010*. European Review of Aging and Physical Activity; 2014, 11:51-59. (5)
- TERROSO, M.; FREITAS, R.; MARQUES, M.; MENDES, J.; MARQUES, A. T.; SIMÕES, R. - *Product design for senior population: a wearable system for physical protection and fall detection*. The International Journal of Aging and Society; 2014, submitted for review. (6)
- TIRADO, P. A. – *Fear of falling*. Revista Española de Geriatria y Gerontologia Vol. 45, Issue 1, 2010, 38-44.
- TROMP, A.M.; PLUIJM, S.M.F.; SMIT, J.H.; DEEG, D.J.H.; BOUTER, L.M.; LIPS, P. – *Fall-risk screening test: A prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly*. Elsevier, Journal of Clinical Epidemiology, 2001, 54: 837-844.
- Tunstall – *Independence, health and well-being*. Acedido a 02 de Junho de 2010, em: <http://www.tunstall.co.uk>
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. - *Product Design and Development*. McGraw-Hill Higher Education, EUA, 2000.
- UNITED NATIONS (UN). 2008. *World Population Prospects: The 2008 Revision*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. Available: <http://esa.un.org/unpp> [Accessed 17 June 2009].
- URB-1801 Chest Guard, da Urwa Industries. Acedido a 10 de Maio de 2012, em: <http://www.urwaind.com>
- VARAS-FABRA, F.; MARTIN, E.; TORRES, L.; FERNÁNDEZ, M.; MORAL, R.; BERGE, I. – *Falls in the elderly in the community: prevalence, consequences and associated factors*. Atención Primaria Vol. 38, Issue 8, 2006, 450-455.
- VELLAS, B. J.; WAYNE, S. J.; ROMERO, L. J.; BAUMGARTNER, R. N.; GARRY, P. J. – *Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers*. Age and Ageing 1997; 26: 189-192.
- VENEGAS, K.; PADIAL, P.; HERNÁNDEZ, M.; ORTEGA, C.; MONTES, J.; MOLINA, B.; DADER, M. – *Factors of risk in an elderly population: Evaluation scales for the prevention of hip fractures*. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología Vol. 54, Issue 3, 2010, 167-173.
- Vital Jacket. In Biodevices homepage. Acedido em 9 de Janeiro de 2010, em <http://www.biodevices.pt>
- Viterion TeleHealthcare. Acedido a 04 de Junho de 2010, em: <http://www.viterion.com>
- WANG, Y.; TSENG, Mitchell M. - *Integrating comprehensive customer requirements into product design*. CIRP Annals – Manufacturing Technology, 60, 2011, 175-178.
- WEERDESTYN, V.; NIET, M.; DUIJNHOF, H.J.R.; GEURTS, Alexander C.H. – *Falls in individuals with stroke*. Journal of Rehabilitation Research & Development 2008; 45, 8: 1195-1214.

- WEILEMANN, Y; THALI, M.J.; KNEUBUEHL, B.P.; BOLLIGER, S.A. – *Correlation between skeletal trauma and energy in falls from great height detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT)*. Forensic Science International Vol. 180, Issue 2-3, 2008, 81-85.
- WICHERT, R.; NORGALL, T. – *Aging naturally without being old – Technical solutions for social challenges*. Essen: Universal Design: Best Practice V. 1, Reddot edition, Verlag, 2009. ISBN: 978-3-89939-112-1
- WONG, J.G. 2010. *Impact Protection Device*. US Patent 7,757,310 B2, filed Jan. 12, 2005, and issued Jul. 20, 2010.
- WORFOLK, J. B. – *Keep frail elders warm!: The thermal instabilities of the old have not received sufficient attention in basic educational programs*. Geriatric Nursing Vol. 18, Issue 1, 1997, 7-11
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – *WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age*. Geneva: World Health Organization, 2007. ISBN 978 92 4 156353 6. Acedido em Março de 2011, em: http://www.who.int/entity/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – *Falls*. Geneva: World Health Organization, Media Centre, Fact sheet N° 344, August 2010. Acedido em Março de 2011, em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en>
- YELNIK, A.; BONAN, I. – *Clinical tools for assessing balance disorders*. Elsevier, Clinical Neurophysiology 2008, 38: 439-445.
- YU, P.; QIN, Z.; SHI, J.; ZHANG, J.; XIN, M.; WU, Z.; SUN, Z. – *Prevalence and Related Factors of Falls among the Elderly in a Urban Community of Beijing*. Biomedical and Environmental Sciences 22, 179-187, 2009.
- ZECEVIC, A.; SALMONI, A.; SPEECHLEY, M.; VANDERVOORT, A. – *Defining a Fall and Reasons for Falling: Comparisons Among the Views of Seniors, Health Care Providers, and the Research Literature*. The Gerontologist Vol. 46, Issue 3, 2006, 367-376.
- ZENIOS, S.; MAKOWER, J.; YOCK, P. – *Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies*. Cambridge, Cambridge University Press, 2010.
- ZIEBA, J.; FRYDRYSIAK, M. – *Textronics: Electrical and electronic Textiles. Sensors for Breathing Frequency Measurement*. Łódź: Department for Automation of Textiles Processes, Faculty of Textile Engineering and Marketing Technical University of Łódź, 2006.
- ZUR, O.; BERNER, Y.; CARMELI, E. – *Correlation between vestibular function and hip fracture following falls in the elderly: a case-controlled study*. Physiotherapy Vol. 92, Issue 4, 2006, 208-213.
- #7580 HexPad® Thudd Short with Extended Thigh, da McDavid Inc. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.mcdavidusa.com>
- #7867 HexPad® HexMesh™ 6-Pad Short Sleeve Body Shirt, da McDavid Inc. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.mcdavidusa.com>
- 7862WT Womens HexPad® V-Hex™ Body Shirt with HexMesh™, da McDavid Inc. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.mcdavidusa.com>
- #7730 HexPad® Goal Keeper Shirt with Rib Pads, da McDavid Inc. Acedido a 08 de Maio de 2012, em: <http://www.mcdavidusa.com>

ANEXOS

AInquérito N.º: (não colocar nada neste espaço)

Tipo de inquirido:

Data: Cidade: Sênior ☐ 60 ou mais anos**1. Informação geral**

- 1.1 Idade:
- 1.2 Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino
- 1.3 Estado civil: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Viúvo ☐ Divorciado/separado
- 1.4 Habilitações literárias: ☐ Nenhuma ☐ Primário ☐ Básico ☐ Secundário ☐ Superior

2. Historial médico

- 2.1
- | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Doença cardiovascular | <input type="checkbox"/> | Doença crónica | <input type="checkbox"/> | Asma | <input type="checkbox"/> | Hipertensão | <input type="checkbox"/> |
| Diabetes | <input type="checkbox"/> | Doença degenerativa articular | <input type="checkbox"/> | Incapacidade cognitiva | <input type="checkbox"/> | Incapacidade visual | <input type="checkbox"/> |
| Reumatismo | <input type="checkbox"/> | Incapacidade auditiva | <input type="checkbox"/> | Fracturas ósseas | <input type="checkbox"/> | Lesões musculares | <input type="checkbox"/> |
| Epilepsia | <input type="checkbox"/> | Síncope | <input type="checkbox"/> | Incontinência | <input type="checkbox"/> | Deslocações ou luxações | <input type="checkbox"/> |
| Outra. Qual? | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | | | | | |
- 2.2 No último ano foi hospitalizado? ☐ Sim ☐ Não
- Quantas vezes? Uma vez ☐ Várias vezes ☐
- Porquê?

3. Circunstâncias sociais

- 3.1 Habita em: Apartamento ☐ Moradia ☐ Residencial ☐ Casa de repouso ☐ Instituição de acolhimento ☐
- 3.2 Vive sozinho: ☐ Sim ☐ Não
- Tem escadas onde habita: ☐ Sim ☐ Não
- 3.3 Geralmente é capaz de sair: ☐ Sim ☐ Não
- 3.4 **Mobilidade:** Independente ☐ Bengala ☐ Andarilho ☐ Cadeira de rodas ☐
- Serviços:** Cuidados pessoais ☐ Enfermeira ☐ Centro de dia ☐
- Acompanhante para a mobilidade** Nenhum ☐ Conjuge ☐ Outro familiar ☐ Amigo ☐

4. Actividade física (actualmente)

- 4.1 Caminhar: (sem auxílio) ☐ Sim ☐ Não
- Vigoroso ☐ Moderado ☐ Leve ☐
- 4.2 Actividades da vida diária: (sem auxílio) ☐ Sim ☐ Não
- Banho ☐ Vestir ☐ Higiene pessoal ☐ Alimentação ☐
- 4.3 Actividades instrumentais da vida diária: (sem auxílio) ☐ Sim ☐ Não
- Compras ☐ Preparação de refeições ☐ Lavar a roupa ☐ Limpeza doméstica ☐ Transportes públicos ☐

5. Historial de quedas

5.1 Peso (Kg): Altura (m):

5.2 Ano da primeira queda:

5.3 Número de quedas anteriores a 2011:

5.4 Local da queda: Interior ☐ Exterior ☐

5.5 A última queda foi presenciada: ☐ Sim ☐ Não ☐ Tem medo de voltar a cair: ☐ Sim ☐ Não ☐

5.6 Após a última queda conseguiu levantar-se sozinho: ☐ Sim ☐ Não ☐ Quanto tempo esteve no chão: Mins.

5.7 Ferimentos derivados da(s) queda(s):

Ferimento na cabeça com laceração ☐ Ferimento na cabeça sem laceração ☐ Fracturas ☐ Laceração com sutura ☐ Hematomas ☐

Laceração sem sutura ☐ Ferimento superficial ☐ Sem ferimento ☐ Luxações ☐ Contusões ☐

Outros. Quais?

5.8 Indicar o local do ferimento ou áreas afectadas pelas quedas:

	1	2	3	4	5	6	7	8
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

5.9 Direcções em que ocorreram as quedas:

Para trás: ☐

Para a frente: ☐

Para o lado direito: ☐

Para o lado esquerdo: ☐

Descreva sucintamente a queda (como ocorreu, em que local, outras consequências).

5.10 Actual nível de funcionalidade:

Não houve alteração do nível de funcionalidade anterior à queda ☐

Diminuição da função de mobilidade - capaz de se levantar sozinho ☐

Diminuição significativa função de mobilidade - incapaz de se levantar sozinho ☐

5.11 Causas prováveis das quedas:

Escorregar ou tropeçar ☐ Doença crónica ☐ Multifactores ☐ Inexplicável ☐

Colisão ☐ Tonturas ☐ Desmaio ☐

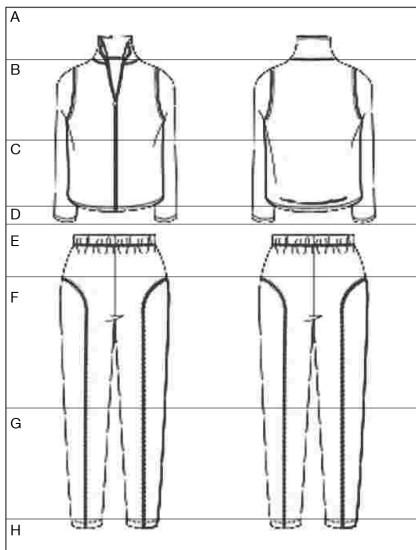
 Outra. Qual?

6. Informação relativa à utilização de roupa interior

		Sim	Não		
6.1	Costuma usar roupa interior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	De que tipo?	_____
6.2	Que tipologias de roupa interior, para além de lingerie, também costuma usar?	Camisola manga comprida <input type="checkbox"/>	Camisola manga curta <input type="checkbox"/>	Camisola sem mangas <input type="checkbox"/>	Calções <input type="checkbox"/>
		Body <input type="checkbox"/>	Calças <input type="checkbox"/>	Outra? _____	
6.3	Em que altura(s) do ano recorre ao uso de roupa interior?	Primavera <input type="checkbox"/>	Verão <input type="checkbox"/>	Outono <input type="checkbox"/>	Inverno <input type="checkbox"/>
6.4	Que tipo de atributos procura numa peça de roupa interior?	Conforto <input type="checkbox"/>	Estética <input type="checkbox"/>	Durável <input type="checkbox"/>	Preço <input type="checkbox"/>
		Peso <input type="checkbox"/>	Flexível <input type="checkbox"/>	Funcional <input type="checkbox"/>	Respirável <input type="checkbox"/>
		Impermeável <input type="checkbox"/>	Anti-bacteriana <input type="checkbox"/>		
		Outro. Qual? <input type="checkbox"/>			

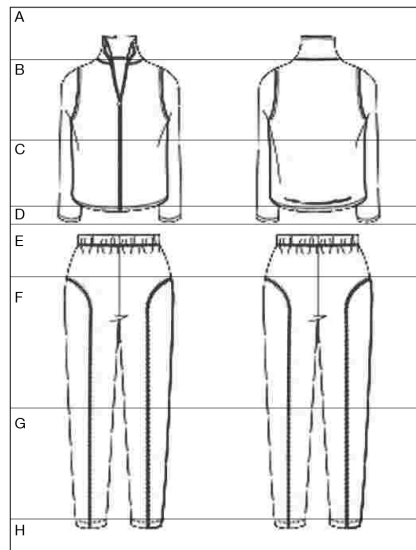
		Sim	Não		
6.5	Tem autonomia física para se poder vestir sozinho/a? (reportar situação actual)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem autonomia física para se poder despir sozinho/a? (reportar situação actual)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

6.6 Indicar as zonas menos confortáveis.



A: gola; B: peito e braço; C: barriga e antebraço; D: punhos; E: anca; F: coxa; G: perna; H: tornozelo

6.7 Indicar as zonas mais difíceis de vestir:



A: gola; B: peito e braço; C: barriga e antebraço; D: punhos; E: anca; F: coxa; G: perna; H: tornozelo

6.8	Quais as zonas na roupa interior que a seu ver podem ser melhoradas?	Elástico da cinta <input type="checkbox"/>	Punhos <input type="checkbox"/>	Gola <input type="checkbox"/>	
		Costuras <input type="checkbox"/>	Texturas <input type="checkbox"/>	Zona de articulações <input type="checkbox"/>	
		Outra. Qual? <input type="checkbox"/>	_____		
6.9	Qual o sistema de fecho que acha mais adequado à roupa interior?	Nenhum <input type="checkbox"/>	Elásticos <input type="checkbox"/>	Velcro <input type="checkbox"/>	Íman <input type="checkbox"/>
		Fecho de correr <input type="checkbox"/>	Molas <input type="checkbox"/>	Botões <input type="checkbox"/>	
		Outra. Qual? <input type="checkbox"/>	_____		
6.10	Quanto dinheiro dispende por ano em roupa interior?	Nenhum <input type="checkbox"/>	Até 30 € <input type="checkbox"/>	Até 60 € <input type="checkbox"/>	Até 90 € <input type="checkbox"/>
		> 120 € <input type="checkbox"/>	Neste caso, quanto? _____ €		

7. Impacto social da queda na sua vida diária

- ☐ Redução de actividade social
 ☐ Inactividade física
 ☐ Perda de independência funcional
 ☐ Isolamento social
- ☐ Outras. Quais? _____

8. Impacto económico das quedas

- | | | Sim | Não |
|--|---|---|--|
| 8.1 Teve encargos financeiros relacionados com quedas no último ano: | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8.2 Teve encargos financeiros relacionados com quedas em outros anos: | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8.3 Quanto gastou no último ano em serviços ou tratamentos derivados de quedas: | Nenhum <input type="checkbox"/>
> 500 ¢ <input type="checkbox"/> | até 100 ¢ <input type="checkbox"/>
Neste caso, quanto? _____ ¢ | até 200 ¢ <input type="checkbox"/>
até 500 ¢ <input type="checkbox"/> |
| 8.4 Quanto gastou em medicação por mês, para patologias ou lesões provenientes de quedas: | Nenhum <input type="checkbox"/>
> 100 ¢ <input type="checkbox"/> | até 20 ¢ <input type="checkbox"/>
Neste caso, quanto? _____ ¢ | até 50 ¢ <input type="checkbox"/>
até 100 ¢ <input type="checkbox"/> |
| 8.5 Quanto gastou em reabilitação por mês, para patologias ou lesões provenientes de quedas: | Nenhum <input type="checkbox"/>
> 500 ¢ <input type="checkbox"/> | até 100 ¢ <input type="checkbox"/>
Neste caso, quanto? _____ ¢ | até 200 ¢ <input type="checkbox"/>
até 500 ¢ <input type="checkbox"/> |
| 8.6 Quanto gastou em outros anos em serviços ou tratamentos derivados de quedas: | Nenhum <input type="checkbox"/>
> 500 ¢ <input type="checkbox"/> | até 100 ¢ <input type="checkbox"/>
Neste caso, quanto? _____ ¢ | até 200 ¢ <input type="checkbox"/>
até 500 ¢ <input type="checkbox"/> |

9. Informação relativa à utilização de equipamentos de comunicação

- 9.1 Costuma utilizar equipamentos de comunicação:
 Sim ☐ Não ☐
 Se respondeu não, prossiga para o ponto 9.4.
- 9.2 Quais:
 Computador ☐
 Telemóvel ☐
 Smartphone ☐
 Outro ☐
 Qual? _____
- 9.3 Com que frequência:
 Várias vezes ao dia ☐
 1 vez por dia ☐
 Várias vezes por semana ☐
 1 vez semana ☐
 Emergências ☐
- 9.4 Utiliza a internet:
 Sim ☐ Não ☐
 Se respondeu não, dê como finalizado.
- 9.5 Com que frequência:
 Várias vezes ao dia ☐
 1 vez por dia ☐
 Várias vezes por semana ☐
 1 vez semana ☐
 Emergências ☐

BInquérito N°: (não colocar nada neste espaço)

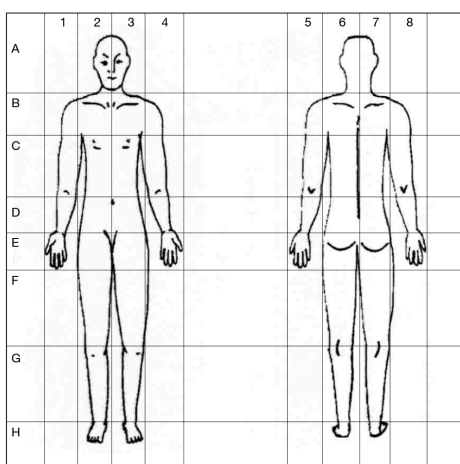
Tipo de inquirido:

Data: Cidade: Familiar ☐Médico ☐Fisioterapeuta ☐Acompanhante ☐**1. Informação geral**

- 1.1 Idade:
- 1.2 Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino
- 1.3 Estado civil: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Viúvo ☐ Divorciado/separado
- 1.4 Habilitações literárias: ☐ Nenhuma ☐ Primário ☐ Básico ☐ Secundário ☐ Superior

2. Historial de quedas em pacientes ou familiares

- 2.1 Tem algum familiar ou paciente sénior que já tenha caído: ☐ Sim ☐ Não Se respondeu não, finalize o inquérito.
- 2.2 Ano da primeira queda:
- 2.3 Número de quedas anteriores a 2011:
- Responda relativamente à queda mais traumatizante.**
- 2.4 Local da queda: Interior ☐ Exterior ☐
- 2.5 Essa queda foi presenciada: ☐ Sim ☐ Não
- 2.6 Após a última queda o paciente ou familiar conseguiu levantar-se sozinho: ☐ Sim ☐ Não
- 2.7 Indicar o local do ferimento ou áreas afectadas por essa queda:

**2.8 Direcções em que ocorreu essa queda:**Para trás: ☐Para a frente: ☐Para o lado direito: ☐Para o lado esquerdo: ☐

- 2.9 Descreva sucintamente a queda (como ocorreu, em que local, outras consequências).

2.10 Actual nível de funcionalidade:Não houve alteração do nível de funcionalidade anterior à queda ☐Diminuição da função de mobilidade - capaz de se levantar sozinho ☐Diminuição significativa da função de mobilidade - incapaz de se levantar sozinho ☐

3. Impacto social das quedas

- ☐ Redução de actividade social ☐ Inactividade física ☐ Perda de independência funcional ☐ Isolamento social
☐ Outras. Quais? _____

4. Impacto económico das quedas

- 4.1 Quanto gastam por ano em serviços ou tratamentos derivados de quedas: Nenhum ☐ até 100 € ☐ até 200 € ☐ até 500 € ☐ > 500 € ☐ Neste caso, quanto? _____ €
 4.2 Quanto gastam em medicação por mês, para patologias ou lesões provenientes de quedas: Nenhum ☐ até 20 € ☐ até 50 € ☐ até 100 € ☐ > 100 € ☐ Neste caso, quanto? _____ €
 4.3 Quanto gastam em reabilitação por mês, para patologias ou lesões provenientes de quedas: Nenhum ☐ até 100 € ☐ até 200 € ☐ até 500 € ☐ > 500 € ☐ Neste caso, quanto? _____ €

5. Consequências físicas das quedas

- 5.1 Fracturas: ☐ Anca ☐ Costelas ☐ Vertebrae ☐ Cranianas
 ☐ Membros superiores ☐ Membros inferiores ☐ Outra. Qual? _____
 5.2 Lesões: ☐ Contusões na cabeça ☐ Luxações ☐ Lacerações ☐ Entorses
 ☐ Extremidades superiores ☐ Extremidades inferiores ☐ Tecidos moles ☐ Outra. Qual? _____

Responder somente no caso de ser médico ou fisioterapeuta
6. Na sua opinião quais os principais factores de risco de quedas

- ☐ Medo de cair ☐ Tonturas vertigens ☐ Sexo ☐ Falta de equilíbrio
☐ Falta de visão ☐ Falta de audição ☐ Medicação ☐ Doença crónica
☐ Escorregar deslizar ☐ Incapacidade cognitiva ☐ Degradação musculoesquelética ☐ Idade
☐ Redução da actividade física ☐ Dificuldade em vestir ☐ Desmaios ☐ Alcool
☐ Colisões ☐ Altura da queda ☐ Peso ☐ Tabagismo
☐ Diminuição da densidade óssea ☐ Sexo ☐ Actividades da vida diária ☐ Outros. Quais? _____

Responder somente no caso de ser médico ou fisioterapeuta
7. Na sua opinião quais são os factores de redução / prevenção em caso de queda que conhece

- 7.1 Factores de segurança: ☐ Programas de prevenção de lesões ☐ Sistemas de revestimento da anca ☐ Remoção de obstáculos ☐ Calçado apropriado
 ☐ Sistemas de preenchimento atenuar forças de impacto ☐ Pisos atenuadores de forças de impacto ☐ Dispositivos de alerta médico em caso de queda ☐ Sistemas de protecção wearables
 7.2 Factores de desempenho físico: ☐ Mecanismos caracterização da marcha ☐ Métodos de reabilitação ☐ Maior actividade física ☐ Ajustamento de medicação
 ☐ Programas de nutrição (cálcio, vitamina D). ☐ Ajustamento de medicação ☐ Ensinar a cair de forma + segura ☐ Outros. Quais? _____

C

Se deu uma queda nos últimos tempos e com lesões físicas, fale connosco. Estamos a pensar em si. Estamos a desenvolver um conjunto de peças de underwear com protecções ao impacto em zonas específicas do seu corpo de forma a minimizar possíveis lesões. Estamos também a desenvolver um pequeno dispositivo electrónico capaz de identificar uma série de parâmetros que lhe proporcionem uma assistência mais rápida e eficaz em caso de queda. Recorde o momento da sua queda mais grave, com base nessas memórias responda ao seguinte questionário. Obrigado.

Questionário Nº: (não colocar nada neste espaço)

Idade:

Data:

Cidade:

Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino

CONFORTO E ERGONOMIA

Este grupo de questões está relacionado com atributos de conforto e uso que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável		Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
01P gostaria de usar underwear por cima das cuecas e do soutien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17N gostaria que a zona da gola não respeitasse os níveis de conforto do utilizador assim como variações de temperatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06N gostaria que as almofadas de protecção não fossem discretas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11P gostaria que as peças de underwear evitassem a utilização de costuras, fechos, ou outras aplicações que prejudiquem o conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02P gostaria que o underwear fosse fácil de vestir e despir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14N gostaria que as peças de underwear não fossem vestidas sem necessidade de ajuda de terceiros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15N gostaria de não garantir a autonomia e mobilidade no uso de underwear?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12P gostaria que as peças de underwear fossem adaptáveis à sua condição física, sensorial e cognitiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03P gostaria que o underwear permitisse boa mobilidade das articulações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	09N gostaria que as peças de underwear não facilitassem a circulação sanguínea quando está parado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05N gostaria que as almofadas de protecção não possam ser retiradas e colocadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13P gostaria que houvesse uma maior gama de produtos de underwear destinados às mulheres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04P gostaria que o underwear fosse respirável nas zonas de maior transpiração?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	08N gostaria que as zonas de contacto com a pele não fossem na sua maioria de materiais confortáveis, agradáveis ao toque e compatíveis com a pele?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04N gostaria que o underwear não fosse respirável nas zonas de maior transpiração?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14P gostaria que as peças de underwear fossem vestidas sem necessidade de ajuda de terceiros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05P gostaria que as almofadas de protecção possam ser retiradas e colocadas facilmente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11N gostaria que as peças de underwear não evitassem a utilização de costuras, fechos, ou outras aplicações que prejudiquem o conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16N gostaria que o elástico da cinta não respeite os níveis de conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15P gostaria de garantir a autonomia e mobilidade no uso de underwear?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06P gostaria que as almofadas de protecção fossem discretas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02N gostaria que o underwear não fosse fácil de vestir e despir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01N não gostaria de usar underwear por cima das cuecas e do soutien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16P gostaria que o elástico da cinta respeitasse os níveis de conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07P gostaria que as peças de underwear tivessem um peso similar às existentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03N gostaria que o underwear não permitisse boa mobilidade das articulações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18N gostaria que as costuras não fossem executadas de modo a minimizar o impacto negativo no conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17P gostaria que a zona da gola respeitasse os níveis de conforto do utilizador assim como variações de temperatura (estações ano)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08P gostaria que as zonas de contacto com a pele fossem na sua maioria de materiais confortáveis, agradáveis ao toque e compatíveis com a pele?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10N gostaria que as peças de underwear não mantivessem a temperatura corporal em bons níveis de conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13N gostaria que não houvesse uma maior gama de produtos de underwear destinados às mulheres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18P gostaria que as costuras fossem executadas de modo a minimizar o impacto negativo no conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09P gostaria que as peças de underwear facilitassem a circulação sanguínea quando está parado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	07N gostaria que as peças de underwear não tivessem um peso similar às existentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12N gostaria que as peças de underwear não fossem adaptáveis à sua condição física, sensorial e cognitiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
10P gostaria que as peças de underwear mantivessem a temperatura corporal em bons níveis de conforto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

PROTECÇÃO FÍSICA

Este grupo de questões está relacionado com atributos de protecção física que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
19P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a região da anca?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a articulação do tornozelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a articulação do joelho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a região torácica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a articulação do punho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25N gostaria que o <i>underwear</i> não permitisse o apoio lombar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a articulação do ombro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a região lombar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a articulação do cotovelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a articulação do joelho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a região lombar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a articulação do ombro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25P gostaria que o <i>underwear</i> permitisse o apoio lombar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a articulação do punho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a região torácica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a articulação do cotovelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27P gostaria que o <i>underwear</i> protegesse a articulação do tornozelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19N gostaria que o <i>underwear</i> não protegesse a região da anca?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MONITORIZAÇÃO (ASSISTÊNCIA ACTIVA)

Este grupo de questões está relacionado com atributos para detecção de quedas e monitorização de sinais vitais que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

28P gostaria que uma parte do dispositivo de monitorização estivesse em contacto directo com o corpo, para recolha de sinais vitais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de fazer a leitura do seu ritmo cardíaco?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29P gostaria que o dispositivo electrónico comunicasse os dados recolhidos do seu corpo com uma base de dados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de reconhecer se está num espaço exterior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
30P gostaria que o material do dispositivo fosse resistente ao impacto e tivesse uma configuração que não o magoe? (no caso de queda sobre o dispositivo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de reconhecer se está num espaço interior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31P gostaria que o dispositivo tivesse uma utilização intuitiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30N gostaria que o material do dispositivo não fosse resistente ao impacto e tivesse uma configuração que o magoe? (no caso de queda sobre o dispositivo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de detectar quedas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de monitorizar a posição em que se encontra o utilizador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de leitura da tensão arterial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de indicar a temperatura ambiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de indicar a temperatura corporal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29N gostaria que o dispositivo electrónico comunicasse os dados recolhidos do seu corpo com uma base de dados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de indicar a temperatura ambiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de leitura da tensão arterial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de monitorizar a posição em que se encontra o utilizador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de detectar quedas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de reconhecer se está num espaço interior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31N gostaria que o dispositivo não tivesse uma utilização intuitiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de reconhecer se está num espaço exterior?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de indicar a temperatura corporal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de fazer a leitura do seu ritmo cardíaco?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28N gostaria que uma parte do dispositivo de monitorização não estivesse em contacto directo com o corpo, para recolha de sinais vitais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MONITORIZAÇÃO (continuação)

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
40P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade de fazer a leitura do seu nível de insulina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45N gostaria que o dispositivo não pudesse comunicar com familiares, ou com a emergência médica em caso de queda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41P gostaria que o dispositivo tivesse a capacidade accionar um alarme no caso de os valores saírem dos parâmetros normais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44N gostaria que a informação gerada pelo dispositivo não estivesse disponível na internet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42P gostaria de poder ter acesso visual à informação gerada pelo dispositivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43P gostaria que o dispositivo comunicasse com um telemóvel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade de fazer a leitura do seu nível de insulina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42N gostaria de não poder ter acesso visual à informação gerada pelo dispositivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44P gostaria que a informação gerada pelo dispositivo estivesse disponível na internet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41N gostaria que o dispositivo não tivesse a capacidade accionar um alarme no caso de os valores saírem dos parâmetros normais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45P gostaria que o dispositivo pudesse comunicar com familiares, ou com a emergência médica em caso de queda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43N gostaria que o dispositivo não comunicasse com um telemóvel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CUSTOS REDUZIDOS

Este grupo de questões está relacionado com o custo que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

48P gostaria que o preço do underwear proposto fosse similar ao praticado em peças similares para desporto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48N gostaria que o preço do underwear proposto não fosse similar ao praticado em peças similares para desporto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SEGURANÇA

Este grupo de questões está relacionado com atributos de segurança que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

49P gostaria que o underwear fosse resistente ao fogo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49N gostaria que o underwear não fosse resistente ao fogo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LIMPEZA

Este grupo de questões está relacionado com atributos de limpeza que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
50P gostaria que o underwear fosse lavável pelos processos tradicionais? (máquina e à mão)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52N gostaria que o underwear não pudesse ser passado a ferro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51P gostaria que o underwear fosse resistente à lavagem e aos detergentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52P gostaria que o underwear pudesse ser passado a ferro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50N gostaria que o underwear não fosse lavável pelos processos tradicionais? (máquina e à mão)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51N gostaria que o underwear não fosse resistente à lavagem e aos detergentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DURABILIDADE

Este grupo de questões está relacionado com atributos de durabilidade que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

53P gostaria que o underwear tivesse a durabilidade das peças similares e já conhecidas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55N gostaria que a bateria do dispositivo não tivesse a autonomia de uma semana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54P gostaria que as almofadas de protecção tivessem a mesma durabilidade do underwear?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55P gostaria que a bateria do dispositivo tivesse a autonomia de uma semana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54N gostaria que as almofadas de protecção não tivessem a mesma durabilidade do underwear?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53N gostaria que o underwear não tivesse a durabilidade das peças similares e já conhecidas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CARÁCTER SISTÉMICO

Este grupo de questões está relacionado com atributos que possam criar uma família de produtos que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

56P gostaria que o underwear fosse unisexo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58N gostaria que o apoio lombar não fosse feito através de peças cintadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57P gostaria que o underwear estivesse disponível em várias cores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56N gostaria que o underwear não fosse unisexo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58P gostaria que o apoio lombar fosse feito através de peças cintadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59N gostaria que o underwear não estivesse disponível em diferentes tamanhos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CARÁCTER SISTÉMICO (continuação)

	Gostaria muito	Gostaria	É indiferente	Não gostaria	Descartável
59P gostaria que o <i>underwear</i> estivesse disponível em diferentes tamanhos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57N gostaria que o <i>underwear</i> não estivesse disponível em várias cores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ACESSIBILIDADE PARA MONTAR ACESSÓRIOS

Este grupo de questões está relacionado com atributos de colocação das almofadas de protecção e do dispositivo de monitorização que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

60P gostaria que o dispositivo fosse fácil de retirar e colocar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61N gostaria que as almofadas de protecção não fossem de retirar e colocar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61P gostaria que as almofadas de protecção fossem fáceis de retirar e colocar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60N gostaria que o dispositivo não fosse de retirar e colocar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MATERIAIS

Este grupo de questões está relacionado com atributos para aplicação de materiais que gostaria, e, não gostaria de ver implementados em peças de underwear.

63P gostaria que a malha do <i>underwear</i> fosse adaptável às variações da sua massa corporal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
63N gostaria que a malha do <i>underwear</i> não fosse adaptável às variações da sua massa corporal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D

Informação geral					
Idade	<input type="text"/>	Altura	<input type="text"/>	Sexo	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino
Conforto e ergonomia					
Camisola					
	Nada	1	2	3	4 5 Muito
Facil de vestir e despir de forma autonoma	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Permite mobilidade na zona das articulações	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Restringe dos movimentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Restringe a circulação sanguínea	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipologia da peça adequada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Posicionamento das costuras adequado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Localização adequada dos fechos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Comprimento da manga adequado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Elasticidade da malha adequada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Respirável	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Termo-regulável	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flexível	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Leve	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Agradavel ao toque	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Funcional	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Esteticamente apelativa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Calças					
	Nada	1	2	3	4 5 Muito
Facil de vestir e despir de forma autonoma	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Permite mobilidade na zona das articulações	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Restringe dos movimentos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Restringe a circulação sanguínea	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipologia da peça adequada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Posicionamento das costuras adequado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Localização adequada dos fechos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Comprimento da perna adequado	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Elasticidade da malha adequada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Respirável	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Termo-regulável	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flexível	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Leve	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Agradavel ao toque	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Funcional	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Esteticamente apelativa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Quantificação das provas de usabilidade de desempenho do protótipo					
Descrição	Medição	Unid.	Nº erros	Sucesso tarefa	
Velocidade em vestir o protótipo pela 1ª vez (camisola e calças)	<input type="text"/>	seg.	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
Fase 1					
1. Vestir a camisola	<input type="text"/>	seg.	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
2. Ajustar as protecções (camisola)	<input type="text"/>	seg.	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
3. Vestir as calças	<input type="text"/>	seg.	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
4. Ajustar as protecções (calças)	<input type="text"/>	seg.	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
Fase 2					
1. Despir a camisola	<input type="text"/>	Seg	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
2. Despir as calças	<input type="text"/>	Seg	<input type="text"/>	Sim 1 <input type="text"/>	Não 0 <input type="text"/>
Avaliação Global					
	mau	n/ satisfaz	s/ opinião	satisfaz	bom
Camisola	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Calça	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Observações					

